ANNO III. 1° Gennaio 1894 NUM. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

COMITATO DIRETTIVO:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna,*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl'Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d'Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

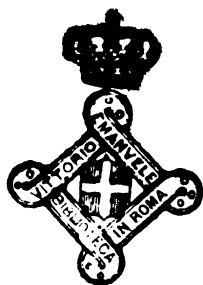
L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Comitato Direttivo:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

ANNO III — 1894
SERIE I - VOLUME III

ROMA
TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA
di Adelaide ved. Pateras

1894

INDICE PER MATERIA

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

L

M

N

*

S

T

U

V

W

Z

INDICE PER NOME DEGLI AUTORI

A

B

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

NOMI DEI RECENSORI

DELLA RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE, ECC.

ALCUNI CASI SEMPLICI DI AUTOINDUZIONE

NEI CIRCUITI A CORRENTI ALTERNATE

TRATTEREMO i due casi fondamentali di più conduttori in serie, e di più conduttori in derivazione.

Cominciando dal 1° caso, supponiamo di avere un circuito costituito da un conduttore con autoinduzione, sede di una forza elettromotrice alternata sinusoidale, e più conduttori disposti in serie con esso, e muniti parimenti di autoinduzione. La fig. 1 rappresenta il caso che vogliamo considerare.

Chiamiamo E il valor massimo della forza elettromotrice impressa A; $R\ r_1\ r_2 \ldots\ldots r_n$ rispettivamente le resistenze del circuito principale $B\,A\,C$ e dei circuiti $1\,2\,3 \ldots\ldots n$; $L\ l_1\ l_2 \ldots\ldots l_n$ i coefficienti di autoinduzione dei medesimi circuiti. Supponiamo inoltre che non vi siano nuclei di ferro, e quindi le forze controelettromotrici di autoinduzione siano esattamente proporzionali alla derivata della corrente presa rispetto al tempo.

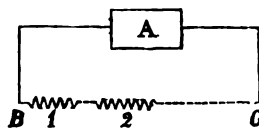



Fig. 1.

Come è noto dalla teoria delle correnti variabili, la corrente che si stabilisce nel nostro circuito per virtù della forza elettromotrice ivi esistente, può considerarsi nella fase di regime come sinusoidale. Se indichiamo con $E \operatorname{sen} \omega t$ il valore che la forza elettromotrice ha in un istante qualunque di tempo t, e simboleggiamo con i il valore della corrente nel medesimo istante, può scriversi

$$i = I \operatorname{sen} (\omega t - \varphi)$$

essendo

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L + l_1 + \ldots\ldots + l_n}{R + r_1 + \ldots\ldots + r_n}\ \omega,$$

ed

$$I = \frac{E}{P};$$

dove

$$P^2 = (R + r_1 + \ldots\ldots + r_n)^2 + \omega^2\ (L + l_1 + \ldots\ldots + l_n)^2$$

Rappresentiamo i valori delle resistenze $R\ r_1\ r_2 \ldots\ldots r_n$ coi segmenti successivi 1 2, 2 3, 3 4 etc. (fig. 2) e rappresentiamo i valori dei prodotti $\omega L\ \omega l_1\ \omega l_2$ coi segmenti 1 1′, 2 2′, 3 3′ presi sulle perpendicolari alla retta $1x$ condotte pei punti 1, 2, 3.

I segmenti $1'2$, $2'3$.... rappresentano le resistenze apparenti dei singoli circuiti semplici, che costituiscono il circuito dato.

Se

$$1M = R + r_1 + \ldots\ldots + r_n$$

e

$$1N = \omega (L + l_1 + \ldots\ldots + l_n)$$

si ha, per la porzione di retta che unisce il punto M col punto N, che

$$MN = P.$$

Se a partire dal punto N costituiamo il poligono $N\,2''\,3''$.... coi segmenti equipollenti ai segmenti $1'2$, $2'3$ etc., evidentemente l'ultimo lato di questo poligono passa pel punto M. Possiamo quindi dire che « *la resistenza apparente dell'intero circuito è la somma geometrica delle resistenze apparenti dei singoli circuiti in serie, che lo compongono* ».

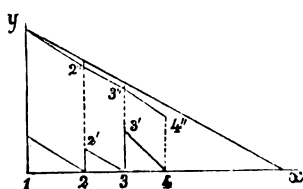



Fig. 2.

Passando ai circuiti in derivazione, consideriamo il caso della fig. 3, in cui alle estremità di un conduttore munito di una forza elettromotrice sinusoidale e di una autoinduzione propria fanno capo più circuiti derivati, sede ciascuno di autoinduzione. Sia E sen $(\omega t + \varphi)$ il valore della forza elettromotrice in un istante di tempo qualunque t. Poichè certamente le correnti in tutti i circuiti nella fase di regime si possono considerare come sinusoidali, e aventi lo stesso periodo della forza elettromotrice, possiamo indicare i loro valori nell'istante di tempo t rispettivamente con

$$\begin{aligned} i &= I \text{ sen } \omega t \\ i_1 &= I_1 \text{ sen } (\omega t + \varphi_1) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ i_n &= I_n \text{ sen } (\omega t + \varphi_n), \end{aligned}$$

dove vogliamo rappresentare con I il valore massimo della corrente nel circuito principale, e con $I_1\ I_2 \ldots\ldots I_n$ i valori massimi delle singole correnti derivate. Evidentemente $\varphi_1\ \varphi_2 \ldots\ldots \varphi_n$ sono la differenza di fase fra le singole correnti derivate e la corrente principale. Chiamiamo inoltre con $R, r_1, r_2 \ldots\ldots r_n$ le resistenze ohmiche del circuito principale e dei circuiti derivati, con $L, l_1, l_2 \ldots\ldots l_n$ i coefficienti di autoinduzione dei medesimi circuiti.

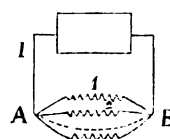



Fig. 3.

La differenza di potenziale esistente in un istante qualunque fra i punti AB si può esprimere mediante i valori della corrente nei diversi circuiti $1, 2 \ldots\ldots n$ e I. Quindi possono stabilirsi le seguenti equazioni

$$i_1 r_1 + l_1 \frac{di_1}{dt} = i_2 r_2 + l_2 \frac{di_2}{dt} = \ldots\ldots = i_n r_n + l_n \frac{di_n}{dt} =$$

$$E \text{ sen} \left(\omega t + \varphi\right) - \left(iR - L \frac{di}{dt}\right)$$

ossia:

$$\begin{gathered} I_1 r_1 \text{ sen } (\omega t + \varphi_1) + \omega l_1 I_1 \cos (\omega t + \varphi_1) = \\ I_2 r_2 \text{ sen } (\omega t + \varphi_2) + \omega l_2 I_2 \cos (\omega t + \varphi_2) = \ldots\ldots = \\ = I_n r_n \text{ sen } (\omega t + \varphi_n) + \omega l_n I_n \cos (\omega t + \varphi_n) = \\ E \text{ sen } (\omega t + \varphi) - (I R \text{ sen } \omega t + L \omega I \cos \omega t). \end{gathered}$$

Affinchè queste equazioni siano soddisfatte in ogni istante è necessario che si abbia

$$I_1\, r_1 \cos\varphi_1 - \omega\, I_1\, l_1 \operatorname{sen}\varphi_1 = I_2\, r_2 \cos\varphi_2 - \omega\, I_2\, l_2 \operatorname{sen}\varphi_2 = \ldots\ldots = E\cos\varphi - I R$$
$$I_1\, r_1 \operatorname{sen}\varphi_1 + \omega\, I_1\, l_1 \cos\varphi_1 = I_2\, r_2 \operatorname{sen}\varphi_2 + \omega\, I_2\, l_2 \cos\varphi_2 = \ldots\ldots = E\operatorname{sen}\varphi - \omega L I.$$

Poniamo

$$r_i = \varepsilon_i \cos\Psi_i \ ; \ \omega\, l_i = \varepsilon_i \operatorname{sen}\Psi_i \qquad (1)$$

ed anche $R = \varepsilon\cos\Psi$; $\omega L = \varepsilon \operatorname{sen}\Psi$.

Le equazioni precedenti possono così scriversi:

$$\left.\begin{array}{l} I_1\, \varepsilon_1 \cos(\varphi_1 + \Psi_1) = I_2\, \varepsilon_2 \cos(\varphi_2 + \Psi_2) = \ldots\ldots = E\cos\varphi - I\,\varepsilon\cos\Psi \\ I_1\, \varepsilon_1 \operatorname{sen}(\varphi_1 + \Psi_1) = I_2\, \varepsilon_2 \operatorname{sen}(\varphi_2 + \Psi_2) = \ldots\ldots = E\operatorname{sen}\varphi - I\,\varepsilon\operatorname{sen}\Psi \end{array}\right\} \quad (2)$$

dalle quali si trae

$$\left.\begin{array}{l} I_1\, \varepsilon_1 = I_2\, \varepsilon_2 = \ldots\ldots\ldots = I_n\, \varepsilon_n = \beta \\ \varphi_1 + \Psi_1 = \varphi_2 + \Psi_2 = \ldots\ldots\ldots = \varphi_n\ \Psi_n = \alpha \end{array}\right\} \qquad (3)$$

Pel 1° principio di Kirchhoff deve aversi in ogni istante

$$i_1 + i_2 + \ldots\ldots\ldots + i_n = i$$

ossia:

$$I_1 \operatorname{sen}(\omega t + \varphi_1) + I_2 \operatorname{sen}(\omega t + \varphi_2) = \ldots\ldots\ldots = I \operatorname{sen}\omega t$$

e quindi, poichè quest'equazione deve essere soddisfatta per qualunque valore di t, deve anche aversi separatamente:

$$I_1 \cos\varphi_1 + I_2 \cos\varphi_2 + \ldots\ldots = I$$
$$I_1 \operatorname{sen}\varphi_1 + I_2 \operatorname{sen}\varphi_2 + \ldots\ldots = 0$$

Poniamo per la 2ª delle (3) $\varphi_i = \alpha - \Psi_i$ avremo:

$$\cos\alpha\,[I_1 \cos\Psi_1 + I_2 \cos\Psi_2 + \ldots\ldots] + \operatorname{sen}\alpha\,[I_1 \operatorname{sen}\Psi_1 + \ldots\ldots] = I$$
$$\operatorname{sen}\alpha\,[I_1 \cos\Psi_1 + \ldots\ldots] - \cos\alpha\,[I_1 \operatorname{sen}\Psi_1 + \ldots\ldots] = 0$$

E pei volori di $\cos\Psi_1$ $\cos\Psi_2$ ...... $\operatorname{sen}\Psi_1$ $\operatorname{sen}\Psi_2$ ...... dati dalle (1):

$$\cos\alpha\left[\frac{I_1\, r_1}{\varepsilon_1} + \ldots\ldots\right] + \operatorname{sen}\alpha\left[\frac{\omega\, I_1\, l_1}{\varepsilon_1} + \ldots\ldots\right] = I$$
$$\operatorname{sen}\alpha\left[\frac{I_1\, r_1}{\varepsilon_1} + \ldots\ldots\right] - \cos\alpha\left[\frac{\omega\, I_1\, l_1}{\varepsilon_1} + \ldots\ldots\right] = 0$$

e possiamo anche scrivere:

$$\left.\begin{array}{l} \beta\cos\alpha \sum \dfrac{r_i}{\varepsilon_i^2} + \beta\operatorname{sen}\alpha \sum \dfrac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2} = I \\ \beta\operatorname{sen}\alpha \sum \dfrac{r_i}{\varepsilon_i^2} - \beta\cos\alpha \sum \dfrac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2} = 0 \end{array}\right\} \qquad (4)$$

Da quest'ultima equazione deducesi:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sum \dfrac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2}}{\sum \dfrac{r_i}{\varepsilon_i^2}}$$

Poniamo anche $\sum \dfrac{\omega\, l_i}{\varepsilon_1^2} = \rho \operatorname{sen}\alpha$; $\sum \dfrac{r_i}{\varepsilon_i^2} = \rho\cos\alpha$: allora la 1ª delle (4) può scriversi:

$$\beta\,\rho = I$$

da cui

$$\beta = \frac{I}{\rho} = \frac{I}{\sqrt{\left(\Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2 + \left(\Sigma \omega \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2}}$$

Le (2) acquistano la forma:

$$\frac{I}{\rho} \cos \alpha = \varepsilon \cos \varphi - I \varepsilon \cos \Psi$$

$$\frac{I}{\rho} \operatorname{sen} \alpha = \varepsilon \operatorname{sen} \varphi - I \varepsilon \operatorname{sen} \Psi$$

ed anche:

$$I \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2} = E \cos \varphi - I \varepsilon \cos \Psi$$

$$I \frac{1}{\rho_2} \Sigma \frac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2} = E \operatorname{sen} \varphi - I \varepsilon \operatorname{sen} \Psi$$

dalle quali si trae:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\varepsilon \operatorname{sen} \Psi + \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}}{\varepsilon \cos \Psi \Sigma \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}} = \frac{\omega \left(L + \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)}{R + \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}} \tag{5}$$

$$I = \frac{E \cos \varphi}{R + \rho^2 \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}} = \frac{E \operatorname{sen} \varphi}{\omega \left(L + \rho^2 \Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)} \tag{6}$$

Quindi

$$I_i = \frac{\beta}{\varepsilon_i} = \frac{I}{\sqrt{r_i^2 + \omega\, l_i^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2 + \left(\Sigma \omega \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)}} \tag{7}$$

Le formule (5) (6) (7) risolvono completamente il problema della distribuzione delle correnti messe in moto dalla forza elettromotrice data.

Se si chiamano P e Λ la resistenza ohmica e il coefficiente di autoinduzione di quel circuito unico che sostituito tra i punti $A\,B$ al fascio dei circuiti derivati manterrebbe inalterata la corrente e nell'intensità e nella forza elettromotrice, ponendo $P = \eta \cos \theta$, $\omega \Lambda = \eta \operatorname{sen} \theta$ si hanno per determinare P e Λ le equazioni seguenti:

$$I \eta = \beta = \frac{I}{\rho}$$

oppure

$$P^2 + \omega^2 \Lambda^2 = \eta^2 = \frac{1}{\left(\Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2 + \omega^2 \left(\Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega \left(L + \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)}{R + \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}} = \frac{\omega (L + \Lambda)}{R + P}$$

da cui deducesi:

$$P = \frac{1}{\rho^2} \Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}; \quad \Lambda = \frac{\omega}{\rho^2} \Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}$$

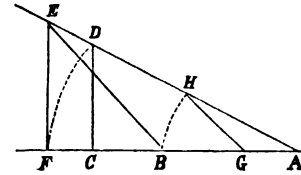
Possiamo scrivere:

$$\frac{1}{\eta^2} = \left(\Sigma \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2 + \omega^2 \left(\Sigma \frac{l_i}{\varepsilon_i^2}\right)^2 = \Sigma \left(\frac{\cos \Psi_i}{\varepsilon_i}\right)^2 + \Sigma \frac{\text{sen}\, \Psi_i}{\varepsilon_i} =$$

$$\left(\Sigma \frac{\cos(\alpha - \varphi_i)}{\varepsilon_i}\right)^2 + \left(\Sigma \frac{\text{sen}(\alpha - \varphi_i)}{\varepsilon_i}\right)^2$$

Questa formula ci dice che *l'inversa della resistenza apparente del circuito unico equivalente è la somma geometrica delle inverse delle resistenze apparenti dei singoli circuiti derivati.* Questo teorema insieme al primo ci mostra che i circuiti con autoinduzione si possono trattare coi teoremi di Kirchhoff applicati ai circuiti senza autoinduzione, purchè alla somma algebrica si sostituisca la somma geometrica.

Fig. 4.

Questo risultato fu già dato da Kennelly per due circuiti derivati. Le formule precedenti, che dànno le costanti del circuito equivalente a più circuiti derivati, furon per altra via date da Lord Rayleight nel caso che non vi sia autoinduzione nel circuito principale.

Può geometricamente costruirsi in modo semplice ogni termine $\frac{r_i}{\varepsilon_i^2}$ oppure $\frac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2}$.

Basta fare la costruzione seguente (fig. 4).

Prendere $AC = r_i$, $CD = \omega\, l_i$; così è $AD = \varepsilon_i$. Quindi facendo centro in A e con raggio AD si conduca l'arco di cerchio DF e si alzi da F la perpendicolare FE.

È $AE = \frac{\varepsilon_i^2}{r_i}$. Quindi, se si prende $AH = AB = 1$, si unisce E con B e si conduce per H la parallela ad EB, si ottiene

$$AG = \frac{r_i}{\varepsilon_i^2}$$

Analogamente si può costruire ogni termine della forma $\frac{\omega\, l_i}{\varepsilon_i^2}$.

Tutte le formule precedenti hanno applicazione, quando si vuole studiare l'andamento di una corrente alternata con uno strumento shuntato. Può poi, come è noto, immediatamente dedursi quelle, che sarebbero applicabili a circuiti con capacità.

Anche le note formule dei trasformatori si deducono molto facilmente e molto semplicemente, supponendo a priori sinusoidale la forma delle correnti, perchè è come aver già trovato l'integrale di un sistema di equazioni a derivate totali, e determinare semplicemente i valori delle costanti arbitrarie.

L. Lori.

UNA LAMPADA AD INCANDESCENZA ITALIANA.

In questi giorni sono scaduti in Inghilterra i brevetti principali sulle lampade ad incandescenza, e *The Electrician* ci arriva con un bellissimo ritratto di Joseph Wilson Swan, uno dei *veri* inventori della lampada ad incandescenza attuale; non riesciranno quindi inopportuni alcuni cenni su di una lampada ad incandescenza, brevettata in Italia in quei primi giorni della illuminazione ad incandescenza.

Due parole di storia: il brevetto Lane Fox (ottobre 78) parlava già di usare materiali refrattari di alta resistenza specifica, i cui estremi ingrossati si saldavano ai fili conduttori, fatti in platino, saldati essi stessi in un globo esausto mediante una pompa a mercurio ed. ermeticamente chiuso. Qualche tempo dopo apparvero i primi brevetti Edison, che rendeva incandescente una spirale di platino a bassa resistenza, nell'aria, con un corto circuito automatico per escludere la lampada in caso di fusione della spirale, poichè le lampade erano in serie! Lo Swan nel 1879 mostrò pubblicamente una lampada a filo di carbone montato sul platino e sigillata in un globo di vetro nel quale si faceva accuratamente il vuoto. Però solo nel 1880 lo Swan brevettò la sua lampada col filo di cotone pergamenato e carbonizzato.

Or bene un attestato di privativa industriale veniva rilasciato al sig. Brusotti Ferdinando di Rosasco (Pavia) per una *lampada ad incandescenza adatta alla suddivisione della luce elettrica* fino dal 1877. (Vedi vol. XIX delle Privative industriali, n. 282, 30 novembre 1877). Il Brusotti aveva immaginato di rendere incandescente un filo percorso dalla corrente, il quale filo comunicava la sua incandescenza ad un altro corpo difficilmente fusibile col quale era a contatto. « Tutti i corpi che presentano « molta resistenza..... ridotti in *fili*, in prismi od in laminette con piccola sezione « trasversale e molta lunghezza.......... possono adoperarsi siccome conduttori elettrici « riscaldanti, così ad esempio possono servire il platino, il ferro, *il carbone* buoni « conduttori dell'elettricità ecc. ecc. », così dice il brevetto. Come corpi da rendersi incandescenti « per conduttività e per contatto » il Brusotti indicava la calce, la magnesia, l'ossido di zirconio ecc.

Indicava anche che la lampada doveva essere riparata dall'aria e dall'umido; e che « anche nei riguardi del potere luminoso è assai utile che il sistema illuminante sia « collocato ed ermeticamente chiuso in una custodia trasparente, dove siasi anzi pra- « ticato il vuoto ».

Il Brusotti accompagnava alla lampada un regolatore di corrente, fondato o sulla dilatazione di una lamina bimetallica, o sulle azioni elettromagnetiche; e concludeva: « Il principio su cui è fondata questa lampada fa tosto scorgere come un numero più « o meno grande di queste si possono disporre lungo un medesimo circuito elettrico, « *o meglio lungo tanti circuiti da questo derivati*, purchè però siano tali da presentare « una eguale resistenza al passaggio della corrente ».

Il Brusotti indicava anche la costruzione di una lampada composta di un cilindro refrattario lavorato a vite; nel vano della vite avvolgeva il filo di platino e la lampada era proporzionata in modo che la parte superiore del verme della vite diveniva incandescente.

Una venne esperimentata in quei tempi al Tecnomasio italiano; ma questi esperimenti pei quali non si avevano materiali, nè mezzi, nè ambienti adatti, furono presto troncati; sorte comune, pur troppo, a molte altre invenzioni italiane.

Una lampada Brusotti è tuttora conservata alla Società d'incoraggiamento in Milano.

E. Jona.

RICERCHE QUANTITATIVE

SULLA DISSIPAZIONE DI ENERGIA NEI CORPI DIELETTRICI

IN UN CAMPO ELETTRICO ROTANTE

Con precedenti lavori (1) ho dimostrato: 1° che un cilindro diel ettrico, collocato in un campo elettrico rotante, si trova soggetto ad una coppia che tende a farlo rotare nella direzione del campo stesso, il che prova che nel cilindro avviene una dissipazione di energia; 2° che la relazione tra l'energia dissipata W in un cilindro di ebanite e l'intensità F del campo rotante è, nei limiti delle esperienze, della forma

$$W = H F^{1,6},$$

ove H è una costante.

Vengo ora ad esporre alcune serie di esperienze, eseguite sopra diversi cilindri dielettrici e destinate a trovare le relazioni che esistono fra la energia dissipata in ciascuno dei cilindri sperimentati e l'intensità del campo elettrico, la cui rotazione è causa della medesima.

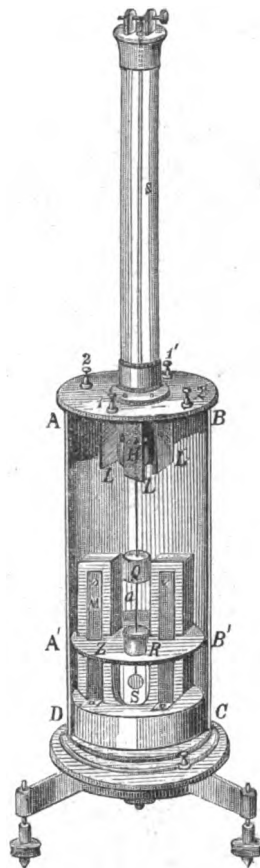
Nella figura 1 è rappresentato, nella scala di 1 : 6, l'apparecchio che servì alle mie ricerche e che è in sostanza quello stesso che già ebbi occasione di descrivere nel secondo dei miei lavori sovracitati. In s è rappresentata la sospensione bifilare, in H il cilindro dielettrico su cui si vuole sperimentare, in L le due coppie di lastre di rame incrociate, racchiudenti lo spazio in cui si deve produrre il campo elettrico rotante, in S lo specchietto piano per la misura con cannocchiale e scala dell'angolo di rotazione, in M e O rispettivamente il magnete ed il cilindro di rame destinati a rendere aperiodico l'apparecchio, in R il recipiente contenente il cloruro di calcio per l'essicazione, e finalmente in $ABCD$ la cassa metallica, che racchiude tutte le parti principali dello strumento e serve come schermo elettrico.

Fig. 1.

Giova notare che lo specchietto mobile S, sostenuto da un'asticciuola a di alluminio appesa nel centro della base inferiore del cilindro conduttore Q, è completamente racchiuso in una camera metallica formata dalla parte inferiore $A'B'CD$ della cassa $ABCD$ e da un disco di rame Z, che divide, come apparisce chiaramente dalla figura, in due parti distinte l'interno della cassa stessa. Ciò allo scopo di evitare che, in causa della presenza dello specchietto mobile S nelle vicinanze del campo elettrico, avessero ad essere perturbati i risultati delle esperienze.

Indicando con W il lavoro, espresso in erg, fatto dalle forze elettriche deviatrici dell'unità di tempo e con δ la deviazione dell'equipaggio mobile, si può scrivere, come è dimostrato:

$$W = 2 \pi n k \delta,$$

(1) L'*Elettricista* - Serie I, Vol. I, pag. 257, 1892: *Campo elettrico rotante e rotazioni dovute all'isteresi elettrostatica.* — L'*Elettricista* - Serie I, Vol. II, pag. 170, 1893: *Sulla dissipazione di energia in un campo elettrico rotante e sulla isteresi elettrostatica.*

ove k è la costante della sospensione bifilare, π il rapporto della circonferenza al diametro ed n la frequenza della corrente alternativa fornita dalla macchina generatrice.

Ora, dicendo d la lettura in millimetri fatta col cannocchiale, P il peso in grammi sostenuto dalla sospensione bifilare, l la lunghezza in centimetri della medesima, a e b rispettivamente la distanza in centimetri superiore ed inferiore fra i due fili costituenti la sospensione stessa, si ha

$$\delta = \frac{1}{2D} d,$$

$$k = \frac{100 g P a b}{l},$$

ove D rappresenta la distanza in millimetri dello specchio dello scala e g l'accellerazione dovuta alla gravità, espressa in metri, per $1''$. Data la lettura d si può quindi ricavare immediatamente il lavoro W:

$$W = \frac{100 \pi g n P a b}{l D} d = \frac{3081,9096 \, n P a b}{l D} d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Per la generazione del campo elettrico rotante necessario per i miei esperimenti mi sono servito della disposizione descritta nel mio primo lavoro sovracitato, disposizione che ha il vantaggio di non richiedere, per la produzione del campo stesso, che una semplice differenza di potenziali alternativa fra due punti fissi.

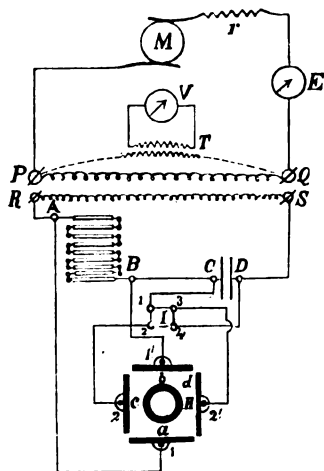



Fig. 2.

Il collegamento dei circuiti è indicato schematicamente nella figura 2. In PQ ed RS sono rispettivamente rappresentate le spirali primaria e secondaria di un grande rocchetto di Ruhmkorff, adoperato come semplice trasformatore. Nel circuito primario di tale apparecchio sono inseriti una macchina Siemens M a corrente alternativa, un grande reostato r ed un elettrodinametro di Siemens E; nel circuito secondario dell'apparecchio stesso sono inseriti un reostato speciale AB, rappresentato da parecchie colonne di acqua distillata, le quali possono a piacimento introdursi in circuito, ed un condensatore CD, costituito da un bicchiere di vetro contenente del mercurio e ricoperto esternamente da un foglio di stagnola. I quattro punti A, B, C, D sono messi rispettivamente in comunicazione coi quattro morsetti 1, 1′, 2, 2′, dell'apparecchio. Un commutatore a mercurio I serve ad avvertire le congiunzioni delle due lastre c e d coi punti C e D, con che si inverte la rotazione del campo elettrico, e quindi la deviazione dell'equipaggio mobile. Un voltometro di Cardew V, preventivamente tarato ed adoperato coll'intermediario di un trasformatore Zipernowsky T, calcolato per un rapporto di trasformazione di 1 a 4, serve alla misura della differenza di potenziali efficace fra i punti P e Q; ed un voltometro elettrostatico di Thomson, non rappresentato in figura, serve alla misura delle differenze di potenziali efficaci tra A, B; C, D ed R, S.

Ciò premesso, vediamo quale sia la relazione che esiste fra l'intensità F del campo elettrico rotante, espressa in unità elettrostatiche $C. G. S.$, e la differenza di potenziali efficace v in volt, esistente alle estremità della spirale primaria del rocchetto. Osserviamo, a tal fine, che l'intensità costante F del campo elettrico rotante è uguale alla intensita massima di ciascuno dei due campi elettrici alternativi componenti, e che

questa si ottiene dividendo la differenza di potenziali massima fra due lastre opposte per la distanza fra le lastre stesse. E, poichè il valore massimo di tale differenza di potenziali è uguale al valore efficace della differenza di potenziali medesima moltiplicato per $\sqrt{2}$, e quindi al valore efficace della differenza di potenziale esistente alle estremità della spirale secondaria del trasformatore, ne segue che F si ottiene senz'altro dividendo quest'ultima differenza di potenziali efficace, espressa in unità elettrostatiche *C. G. S.*, per la distanza in centimetri fra le lastre. Detta adunque λ questa distanza e V quella differenza di potenziali, si può scrivere:

$$F = \frac{V}{\lambda},$$

ossia, essendo $V = \frac{Nv}{300}$, ove N è il rapporto di trasformazione del rocchetto:

$$F = \frac{N}{300\,\lambda}\, v \qquad (2)$$

Ciò posto, poichè le equazioni (1) e (2) esprimono rispettivamente il valore di W in funzione di d ed il valore di F in funzione di v, risulta evidente che, per trovare la relazione esistente tra W ed F, basterà fare per diversi valori di v, misurati per mezzo del voltometro di Cardew, le corrispondenti letture d col cannocchiale.

Le esperienze, di cui sto per esporre i risultati, furono eseguite sopra quattordici cilindri cavi dielettrici, rispettivamente di ebanite, mica, paraffina, vetro, gommalacca, guttaperca, ceralacca, caoutchouc, colofonia, stearina, lana, solfo, seta ed ambra. Ciascun cilindro, prima di essere collocato nell'apparecchio, era convenientemente essicato, e poscia, prima di essere sperimentato, veniva lasciato per parecchie ore nell'apparcchio stesso. Ciò allo scopo di evitare il velo di umidità che si sarebbe forse potuto formare sulla superficie del cilindro, mentre esso veniva tolto dall'essicatoio ed introdotto nello strumento (1).

Ho riunito in due tabelle i risultati di quattordici serie di esperienze. In esse ho registrato le differenze di potenziali v, e le letture d fatte col cannocchiale. Queste ultime si riferiscono, a seconda del cilindro dielettrico sperimentato, a due sensibilità diverse dello strumento, ottenute col variare sia la distanza superiore a fra i due fili costituenti la sospensione bifilare, sia il peso P sostenuto dalla sospensione stessa, per mezzo di piccoli dischi di rame, di spessore e diametro diverso, collocati sul cilindro di rame Q. La prima sensibilità corrisponde ad un valore di $P = 32$ grammi e ad un valore di $a = 0{,}382$ centimetri: la seconda sensibilità corrisponde, invece, ad un valore di $P = 47{,}464$ grammi e ad un valore di $a = 0{,}818$ centimetri. Le lettere p, y, z ed s sono rispettivamente adoperate per rappresentare il peso, il diametro esterno, l'altezza e la grossezza di ciascun cilindro dielettrico sperimentato. Nella tabella I hanno i seguenti valori:

Cilindro di ebanite: ($p = 6{,}990$ gr.; $y = 30$ mm.; $s = 1{,}8$ mm.); $P = 32$ grammi; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di mica: ($p = 4{,}025$ gr.; $y = 31$ mm. $z = 25$ mm.; $s = 1$ mm.); $P = 47{,}464$ grammi; $a = 0{,}818$ cm.
Cilindro di paraffina: ($p = 8{,}325$ gr.; $y = 30$ mm.; $s = 24$ mm.; $s = 2{,}8$ mm.); $P = 32$ grammi; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di vetro: ($p = 7{,}890$ gr.; $y = 30$ mm.; $z = 25$ mm.; $s = 1{,}7$ mm.); $P = 47{,}464$ grammi; $a = 0{,}818$ cm.
Cilindro di gommalacca: ($p = 11{,}778$ gr.; $y = 31$ mm.; $z = 26$ mm.; $s = 4{,}1$ mm.); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di guttaperca: ($p = 6{,}685$ gr. $y = 29$ mm.; $z = 23$ mm.; $s = 2{,}6$ mm.); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di ceralacca: ($p = 15{,}766$ gr.; $y = 31$ mm.; $z = 22$ mm.; $s = 3{,}6$ mm); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di caoutchouc: ($p = 12{,}330$ gr.; $y = 32$ mm.; $z = 24$ mm.; $s = 3{,}2$ mm.); $P = 47{,}464$ gr.; $a = 0{,}818$ cm.
Cilindro di colofonia: ($p = 8{,}345$ gr.; $y = 30$ mm.; $z = 21$ mm.; $s = 3{,}5$ mm.); $P = 32$ grammi; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di stearina: ($p = 10{,}058$ gr.; $y = 30$ mm.; $z = 24$ mm.; $s = 5{,}0$ mm.); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di lana: ($p = 2{,}360$ gr.; $y = 29$ mm.; $z = 24$ mm.; $s = 2{,}0$ mm.); $P = 47{,}464$ gr.; $a = 0{,}818$ cm.
Cilindro di solfo: ($p = 12{,}340$ gr.; $y = 30$ mm.; $z = 24$ mm.; $s = 2{,}2$ mm.); $P = 47{,}464$ gr.; $a = 0{,}818$ cm.

(1) Tutti gli esperimenti furono eseguiti in autunno in giorni sereni, con una temperatura variabile fra 22 e 24 gradi centigradi.

*

TABELLA I.

N.	v	d osser.	d calcol.	Δ	= %	v	d osser.	d calcol.	Δ	= %	v	d osser.	d calcol.	Δ	= %
I. Cilindro di ebanite						II. Cilindro di mica					III. Cilindro di paraffina				
1	5	36	36,41	− 0,41	− 1,1	5	52	52,13	− 0,13	− 0,2	5	15	15,30	− 0,30	− 2,0
2	6	48	48,83	− 0,83	− 1,7	6	70	69,14	+ 0,86	+ 1,2	6	21	20,33	+ 0,67	+ 3,2
3	7	64	62,64	+ 1,36	+ 2,1	7	88	87,83	+ 0,17	+ 0,2	7	26,5	25,87	+ 0,63	+ 2,4
4	8	80	77,71	+ 2,29	+ 2,9	8	108	108,05	− 0,06	− 0,1	8	32	31,86	+ 0,14	+ 0,4
5	9	96	93,92	+ 2,08	+ 2,2	9	130	129,64	+ 0,36	+ 0,3	9	38	38,27	− 0,27	− 0,7
6	10	112	111,43	+ 0,57	+ 0,5	10	154	152,78	+ 1,22	+ 0,8	10	44	45,15	− 1,15	− 2,6
7	11	128	129,77	− 1,77	− 1,4	11	178	176,86	+ 1,14	+ 0,6	11	52	52,32	− 0,32	− 0,6
8	12	148	149,45	− 1,45	− 1,0	12	210	202,55	+ 7,45	+ 3,5	12	60	59,98	+ 0,02	0
9	13	168	170,22	− 2,22	− 1,3	13	228	229,54	− 1,54	− 0,7	13	68	68,02	− 0,02	0
10	14	192	191,71	+ 0,29	+ 0,2	14	256	257,30	− 1,30	− 0,5	14	78	76,32	+ 1.68	+ 2,1
IV. Cilindro di vetro						V. Cilindro di gommalacca					VI. Cilindro di guttaperca				
1	5	52	55,30	− 3,30	− 6,3	5	20	20,95	− 0,95	− 4,7	5	48	48,29	− 0,29	− 0,6
2	6	76	73,83	+ 2,17	+ 2,8	6	28	27,92	+ 0,08	+ 0,3	6	64	64,10	− 0,10	− 0,2
3	7	98	94,34	+ 3,66	+ 3,7	7	36	35,62	+ 0,38	+ 1,1	7	84	81,50	+ 2,50	+ 3,0
4	8	120	116,65	+ 3,35	+ 2,8	8	46	43,99	+ 2,01	+ 4,4	8	104	100,34	+ 3,66	+ 3,5
5	9	142	140,58	+ 1,42	+ 1,0	9	56	52,95	+ 3,05	+ 5,4	9	120	120,47	− 0,47	− 0,4
6	10	166	166,34	− 0,34	− 0,2	10	64	62,59	+ 1,41	+ 2,2	10	140	142,07	− 2,07	− 1,5
7	11	194	193,26	+ 0,74	+ 0,4	11	72	72,65	− 0,65	− 0,9	11	160	164,57	− 4,57	− 2,9
8	12	220	222,09	− 2,09	− 0,9	12	82	83,41	− 1,41	− 1,7	12	188	188,58	− 0,58	− 0,3
9	13	250	252,44	− 2,44	− 1,0	13	92	94,73	− 2,73	− 3,0	13	212	213,80	− 1,80	− 0,8
10	14	280	283,79	− 3,79	− 1,4	14	104	106,42	− 2,42	− 2,3	14	244	239,78	+ 4,22	+ 1,7
VII. Cilindro di ceralacca						VIII. Cilindro di caoutchouc					IX. Cilindro di colofonia				
1	5	26	27,38	− 1,38	− 5,3	5	34	27,96	− 1,96	− 5,8	5	18	17,69	+ 0.31	+ 1,7
2	6	38	36,35	+ 1,65	+ 4,3	6	50	47,88	+ 2,12	+ 4,2	6	24	23,62	+ 0,38	+ 1,6
3	7	48	46,21	+ 1,79	+ 3,7	7	64	61,03	+ 2,97	+ 4,6	7	30	30,19	− 0,19	− 0,6
4	8	58	56,90	+ 1,10	+ 1,9	8	78	75,30	+ 2,70	+ 3,5	8	36	37,34	− 1,34	− 3,7
5	9	68	68,31	− 0,31	− 0,5	9	92	90,58	+ 1,42	+ 1,5	9	45	45,01	− 0,01	0
6	10	80	80,56	− 0,56	− 0,7	10	106	107,01	− 1,01	− 1,0	10	54	53,27	+ 0,73	+ 1,4
7	11	92	93,31	− 1,31	− 1,4	11	120	124,13	− 4,13	− 3,4	11	63	61,91	+ 1,09	+ 1,7
8	12	106	106,93	− 0,93	− 0,9	12	138	142,45	− 4,45	− 3,2	12	72	71,15	+ 0,85	+ 1,2
9	13	120	121,23	− 1,23	− 1,0	13	160	161,70	− 1,70	− 1,1	13	81	80,89	+ 0,11	+ 0,1
10	14	136	135,96	+ 0,04	0	14	184	181,57	+ 2,43	+ 1,3	14	90	90,95	− 0,95	− 1,1
X. Cilindro di stearina						XI. Cilindro di lana					XII. Cilindro di solfo				
1	5	42	41,21	+ 0,79	+ 1,9	5	20	20,76	− 0,76	− 3,8	5	30	30,20	− 0,20	− 0,7
2	6	54	55,51	− 1,51	− 2,8	6	28	27,53	+ 0,47	+ 1,7	6	42	40,60	+ 1,40	+ 3,3
3	7	72	71,47	+ 0,53	+ 0,7	7	36	34,97	+ 1,03	+ 2,9	7	54	52,20	+ 1,80	+ 3,3
4	8	90	8 ,94	+ 1,06	+ 1.2	8	44	43,03	+ 0,97	+ 2,2	8	66	64,88	+ 1,12	+ 1,7
5	9	108	107,81	+ 0,19	+ 0,2	9	52	51,63	+ 0.37	+ 0,7	9	75	78,54	− 3,54	− 4,7
6	10	126	128,23	− 2,23	− 1,8	10	60	60,86	− 0,86	− 1,4	10	87	93,32	− 6,32	− 7,0
7	11	150	149,68	+ 0,32	+ 0,2	11	70	70.46	− 0,46	− 0,7	11	105	108,82	− 3,82	− 3,6
8	12	174	172,74	+ 1,26	+ 0,7	12	80	80,71	− 0,71	− 0,9	12	126	125,50	+ 0,50	+ 0,4
9	13	198	197,17	+ 0,88	+ 0,4	13	91	91,46	− 0,46	− 0,5	13	147	143,10	+ 3,90	+ 2,7
10	14	222	222,41	− 0,41	− 0,2	14	102	102,54	− 0,54	− 0,5	14	168	161,35	+ 6,65	+ 4,0

Nella tabella II che si riferisce alle due ultime serie di esperienze abbiamo:

Cilindro di seta: ($p = 3{,}543$ gr.; $y = 31$ mm.; $z = 24$ mm.; $s = 2{,}3$ mm.); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.
Cilindro di ambra: ($p = 7{,}316$ gr.; $y = 28$ mm.; $z = 22$ mm.; $s = 3{,}0$ mm.); $P = 32$ gr.; $a = 0{,}382$ cm.

TABELLA II.

N.	v	d osser.	d calcol.	Δ	= %	v	d osser.	d calcol.	Δ	= %
XIII. Cilindro di seta						XIV. Cilindro di ambra				
1	5	32	32,63	− 0,63	− 2,0	5	12,5	12,56	− 0,06	− 0,5
2	6	44	43,27	+ 0,73	+ 1,7	6	17	16,90	+ 0,10	+ 0,6
3	7	56	54,97	+ 1,03	+ 1,8	7	22	21,75	+ 0,25	+ 1,1
4	8	68	67,63	+ 0,37	+ 0,5	8	28	27,05	+ 0,95	+ 3,4
5	9	82	81,14	+ 0,86	+ 1,0	9	33	32,76	+ 0,24	+ 0,7
6	10	96	95,63	+ 0,37	+ 0,4	10	38	38,95	− 0,95	− 2,5
7	11	110	110,71	− 0,71	− 0,6	11	44	45,43	− 1,43	− 3,2
8	12	124	126,80	− 2,80	− 2,3	12	52	52,42	− 0,42	− 0,8
9	13	142	143,68	− 1,68	− 1,2	13	60	59,79	+ 0,21	+ 0,3
10	14	162	161,08	+ 0,92	+ 0,6	14	68	67,44	+ 0,56	+ 0,8

Se in un sistema di due assi coordinati ortogonali si portano come ascisse i valori di log v e come ordinate i valori di log d, ricavati da una qualunque delle precedenti tabelle, si trovano punti, il luogo geometrico dei quali è, con sufficiente approssimazione, una linea retta. Questo dimostra che i valori medesimi soddisfanno ad una relazione della forma

$$d = h v^x , \qquad (3)$$

ove x ed h sono costanti.

Ponendo

$$\log d = \log h + x \log v$$

ed applicando il metodo dei minimi quadrati, si ricava:

N.°	CILINDRI DI	h	x	δ
1	Ebanite	2,710	1,614 $\simeq$ 1,6	+ 0,030
2	Mica	4,296	1,551 $\simeq$ 1,6	— 0,033
3	Paraffina	1,241	1,561 $\simeq$ 1,6	— 0,023
4	Vetro.	4,286	1,589 $\simeq$ 1,6	+ 0,005
5	Gommalacca.	1,650	1,579 $\simeq$ 1,6	— 0,005
6	Guttaperca	3,940	1,557 $\simeq$ 1,6	— 0,027
7	Ceralacca	2,234	1,557 $\simeq$ 1,6	— 0,027
8	Caoutchouc	2,860	1,573 $\simeq$ 1,6	— 0,011
9	Colofonia.	1,366	1,591 $\simeq$ 1,6	+ 0,007
10	Stearina	2,951	1,638 $\simeq$ 1,6	+ 0,054
11	Lana	1,707	1,552 $\simeq$ 1,6	— 0,032
12	Solfo	2,198	1,628 $\simeq$ 1,6	+ 0,44
13	Seta	2,689	1,551 $\simeq$ 1,6	— 0,033
14	Ambra	0,907	1,633 $\simeq$ 1,6	+ 0,049

Con la formola $d = hv^x$ e coi valori di x ed h, ricavati per ogni cilindro sperimentato, sono stati calcolati i valori di d, indicati nelle precedenti tabelle. Le differenze Δ e le differenze Δ percentuali si trovano rispettivamente registrate nelle ultime due colonne delle tabelle stesse.

Ciò posto, dalle equazioni (1) e (2) precedentemente trovate si ricava:

$$d = \frac{l D}{3081,9096 \, n P a b} W,$$

$$v = \frac{300 \lambda}{N} F.$$

Sostituendo quindi nella (3) a d ed a v i loro valori, in funzione rispettivamente di W e di F, si ottiene:

$$W = \frac{3081,9096 \, n P a b}{l D} \left(\frac{300 \lambda}{N} \right)^x h F^x .$$

Risulta adunque che la relazione tra l'energia dissipata in uno qualunque dei cilindri dielettrici sperimentati e l'intensità del campo elettrico è della forma

$$W = H F^x , \qquad (4)$$

ove x è una costante, il cui valore è molto prossimo, probabilmente un poco inferiore (1), ad 1,6, ed ove H è un'altra costante, il cui valore, in funzione di h, è dato dalla formola

$$H = \frac{3081{,}9096\, n\, P\, a\, b}{l\, D} \left(\frac{300\, \lambda}{N} \right)^x h.$$

Ora, essendo nei miei esperimenti:

$n = 40$ $b = 0{,}3$ cm. $l = 22$ cm. $D = 2600$ mm. $\lambda = 4{,}2$ cm. $N = 250$, si ricava, corrispondentemente alla prima sensibilità dell'apparecchio ($P = 32$ grammi; $a = 0{,}382$ cm.):

$$H = 7{,}903 \,.\, 5^x \,.\, h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

e, corrispondentemente alla seconda sensibilità dell'apparecchio ($P = 47{,}464$ grammi; $a = 0{,}818$ cm.):

$$H = 25{,}101 \,.\, 5^x \,.\, h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

La relazione (5) serve per il calcolo della costante H, che si riferisce all'ebanite, alla paraffina, alla gommalacca, alla guttaperca, alla ceralacca, alla colofonia, alla stearina, alla seta ed all'ambra. La relazione (6) serve, invece, per il calcolo del valore di H corrispondente alla mica, al vetro, al caoutchouc, alla lana ed allo solfo.

Si deduce che, entro i limiti di F (0,99 e 2,78 unità elettrostatiche *C. G. S.*) fra cui ho sperimentato, la (4) si può scrivere:

1.° per il cilindro di ebanite .... $W = 287{,}718 \,.\, F^{1,614} \backsimeq 288 \,.\, F^{1,6}$;
2.° » » » mica .... $W = 1308{,}888 \,.\, F^{1,551} \backsimeq 1309 \,.\, F^{1,6}$;
3.° » » » parafina....... $W = 120{,}978 \,.\, F^{1,561} \backsimeq 121 \,.\, F^{1,6}$;
4.° » » » vetro........ $W = 1388{,}248 \,.\, F^{1,589} \backsimeq 1388 \,.\, F^{1,6}$;
5.° » » » gommalacca... $W = 165{,}578 \,.\, F^{1,579} \backsimeq 166 \,.\, F^{1,6}$;
6.° » » » guttaperca .... $W = 381{,}624 \,.\, F^{1,557} \backsimeq 382 \,.\, E^{1.6}$;
7.° » » » ceralacca ..... $W = 216{,}383 \,.\, F^{1,557} \backsimeq 216 \,.\, F^{1,6}$;
8.° » » » caoutchouc.... $W = 902{,}745 \,.\, F^{1,573} \backsimeq 903 \,.\, F^{1,6}$;
9.° » » » colofonia ..... $W = 139{,}747 \,.\, F^{1,591} \backsimeq 140 \,.\, F^{1,6}$;
10.° » » » stearina. ..... $W = 325{,}619 \,.\, F^{1,638} \backsimeq 326 \,.\, F^{1,6}$;
11.° » » » lana .... $W = 520{,}939$ $F^{1,552} \backsimeq 521 \,.\, F^{1,6}$;
12.° » » » solfo .... $W = 758{,}064 \,.\, F^{1,628} \backsimeq 758 \,.\, F^{1,6}$;
13.° » » » seta.......... $W = 257{,}964 \,.\, F^{1,551} \backsimeq 258 \,.\, F^{1,6}$;
14.° » » » ambra........ $W = 99{,}284 \,.\, F^{1,633} \backsimeq 99 \,.\, F^{1,6}$ (2).

(1) Il valore di x, medio fra tutti i valori corrispondenti ai vari dielettrici sperimentati, risulta eguale a 1,584. Nell'ultima tabella, accanto ai valori di x trovati direttamente per i singoli cilindri, sono indicate le differenze δ fra i medesimi ed il detto valor medio.

(2) Le formole trovate sono analoghe a quelle con cui Steinmetz rappresenta il lavoro consumato per l'isteresi magnetica nei corpi magnetici (Elektrotechnische Zeitschrift, 6 febbraio 1891, p. 63: *Einige Bemerkungen uber Hysteresis.* — Elektrotecnische Zeitschrift, 22 e 29 gennaio 1892, p. 43 e 55; *Experimentelle Bestimmungen des Energieverlustes durch Hysteresis und seiner Abhängigkeit von der Intensität der Magnetisirung*). Quindi le esposte esperienze concorrono a confermare l'idea, già da me manifestata che il fenomeno sia dovuto ad un'isteresi elattrostatica nei corpi dielettrici.

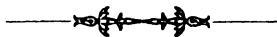
R. ARNÒ.

UN'ESPERIENZA DA LEZIONE
SULLA INDUZIONE MAGNETICA

La reazione di un nucleo indotto sopra il campo induttore, cioè la diminuzione dell'intensità del campo dovuta alla presenza di un nucleo di ferro, si può dimostrare in modo evidente colla esperienza che descrivo.

Nell'interno di un rocchetto induttore piuttosto allungato e largo, si collochino due spirali indotte concentriche di diametro diverso ma ricoperte dello stesso numero di spire. Una di queste spirali o ambedue si possono mettere in comunicazione con un galvanometro balistico attraverso una cassetta di resistenze. Nel circuito dell'elica induttrice oltre alla pila o dinamo si collochi un commutatore. Le due eliche indotte si collochino in opposizione cioè in modo da dare al galvanometro deviazioni opposte; allora, invertendo la corrente primaria, si avrà nel galvanometro una deviazione balistica che misurerà il flusso passante per lo spazio anulare compreso tra le due eliche secondarie. Si noti questa deviazione. Si introduca poi lungo l'asse delle eliche un nucleo di ferro lungo qualche centinaio di volte il diametro, in modo che le eliche indotte si trovino in corrispondenza del suo centro. Ripetendo l'inversione della medesima corrente primaria, le eliche indotte essendo ancora in opposizione, si otterrà una deviazione identica alla precedente, mentre, escludendo una delle eliche, si ha una deviazione molte volte maggiore che supera di molto i limiti della scala, se non si aumenta la resistenza del circuito secondario. In seguito, ponendo sempre le eliche in opposizione, si sostituisca al primo, un nucleo più grosso, e poi un terzo più grosso ancora, e così via; ripetendo l'inversione della corrente primaria per ogni nucleo, si vedrà che, man mano che la sezione del ferro cresce, la deviazione va diminuendo molto sensibilmente; è facile ridurla alla metà o alla quarta parte della primitiva; basta che l'elica interna abbia un diametro sufficiente per contenere un nucleo abbastanza grosso. Invece di cambiare il nucleo si può porre prima un solo filo di ferro sottile poi aggiungere altri; ad ogni filo di ferro che si aggiunge si vedrà una diminuzione della deviazione, cioè del flusso che attraversa il campo nelle vicinanze del nucleo. Lo stesso effetto si ottiene mantenendo invariata la sezione del nucleo e diminuendone la lunghezza. Il numero delle spire delle eliche indotte e la differenza tra i loro diametri si devono adattare alla sensibilità del galvanometro balistico in modo da avere una deviazione abbastanza grande.

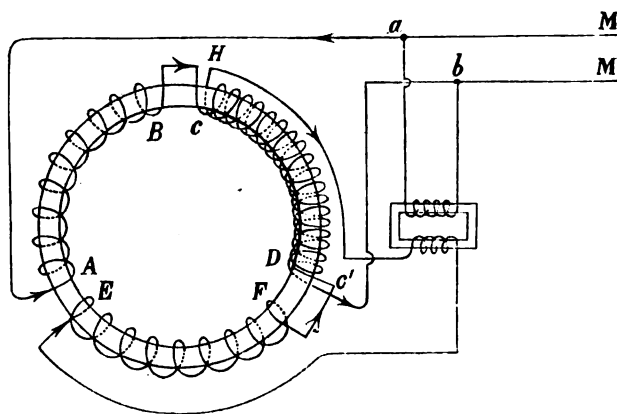
Se invece di due eliche indotte concentriche se ne dispongono parecchie di diametri crescenti e ben misurati, ripetendo le misure nel modo ora descritto, si ha un mezzo per esplorare il campo nell'interno del rocchetto induttore, intorno al nucleo. Questa esplorazione, oltre all'interesse che può presentare per se stessa, può servire utilmente a determinare con molta approssimazione il valore vero che ha l'intensità del campo nell'interno del corpo magnetico, e quindi alla misura della permeabilità o della suscettibilità magnetica di un pezzo di ferro qualunque al quale non si possano applicare gli ordinari metodi che richiedono una forma molto allungata o ad anello.

M. Ascoli.

NUOVA DISPOSIZIONE
PER MOTORI A CAMPO MAGNETICO ROTATORIO

1. L'importanza acquistata dagli impianti a corrente alternata ad una sola fase per iscopo d'illuminazione, e l'estensione che essi sono andati sempre più a prendere per la semplicità del loro esercizio, hanno indotto a cercare facili disposizioni di motori, che, pur essendo a campo magnetico rotatorio, potessero funzionare se alimentati da una corrente originaria semplice. Fra i diversi metodi proposti a questo scopo da diverse Case costruttrici, noi riferiamo quello della Casa Alioth, la quale, lanciando una corrente alternata semplice in un determinato numero di avvolgimenti opportunamente disposti, individua tre campi magnetici spostati nella fase di 120°. Ne segue che dai tre campi magnetici provocati, risulta un campo rotatorio. In questo campo posta un'armatura colle spire chiuse in corto circuito, essa segue le note vicende che avvengono nei motori polifasi.

Fig. 1.

La disposizione che vogliamo descrivere è la seguente:

Supponiamo di avere un anello in ferro lamellare, fig. 1, attorno al quale sieno avvolti due rocchetti, AB e CD, in serie e cogli estremi in comunicazione di una condotta MM. Su questa condotta in a e b, per es., si ponga in derivazione un trasformatore T, dal secondario del quale si facciano partire due conduttori, per formare sul solito anello un nuovo rocchetto EF ed un altro $C'H$, sovrapposto a quello già esistente CD: si ottiene così un sistema di tre rocchetti. Se si suppone che la corrente alternata secondaria del trasformatore sia spostata nella fase di 120° da quella che percorre la condotta MM, i tre rocchetti determinano tre campi magnetici alternati, in ritardo di fase l'uno dall'altro di 120°.

Per dimostrarlo, indichiamo con

$$H = H_0 \operatorname{sen} \alpha$$

l'intensità del campo determinato dal rocchetto AB, e con

$$H = H_0 \operatorname{sen} (\alpha + 120°)$$

l'intensità che determina il rocchetto EF; ciò che avviene per l'ipotesi fatta riguardo alla corrente somministrata dal trasformatore, e qualora sia eguale il numero delle spire per cm. di lunghezza dei due rocchetti.

Il campo che risulta dalla sovrapposizione dei rocchetti CD e $C'H$, avrà per intensità

$$H_0 \operatorname{sen} \alpha + H_0 \operatorname{sen} (\alpha + 120),$$

ovvero

$$— H_0 \text{ sen } (\alpha + 240°).$$

Avremo dunque che i tre campi magnetici provocati dai tre sistemi di rocchetti, sono spostati nella fase di 120° l'uno dall'altro, e determinano perciò un campo rotatorio analogo a quello che si ottiene nel motore Dobrowolsky, per es., con tre correnti concatenate (1).

2. Volendo evitare l'impiego di un trasformatore per ottenere una corrente con fase spostata, si pongano i rocchetti *E F* e *C' H* in derivazione sulla condotta principale *M M*, ma in serie ad essi s'inseriscano resistenze con auto-induzione o capacità, in modo che l'intensità del campo generato dal rocchetto *E F* sia spostata di 60° rispetto a quella del rocchetto *A B*. In allora, avendo cura di avvolgere il rocchetto *E F* in senso contrario a quello col quale è stato avvolto il rocchetto *A B*, l'intensità del campo provocato dal primo rocchetto si troverà spostata, rispetto a quella del secondo, di gradi 60 + 180 = 240.

In tal caso i due rocchetti sovrapposti *C D* e *C' H* generano un campo che ha per intensità la somma delle intensità dei campi componenti

$$H_0 \text{ sen } \alpha + H_0 \text{ sen } (\alpha + 240°),$$

ovvero

$$— H_0 \text{ sen } (\alpha + 120°),$$

ciò che dimostra che anche in queste condizioni i tre campi magnetici sono in ritardo di fase fra loro di 120°, ovvero che si realizza un campo magnetico risultante rotatorio.

Fig. 2.

3. Stabilito che questa condizione della rotazione del campo è soddisfatta, si comprende facilmente come si possa far generare il campo da un numero di rocchetti maggiore di tre.

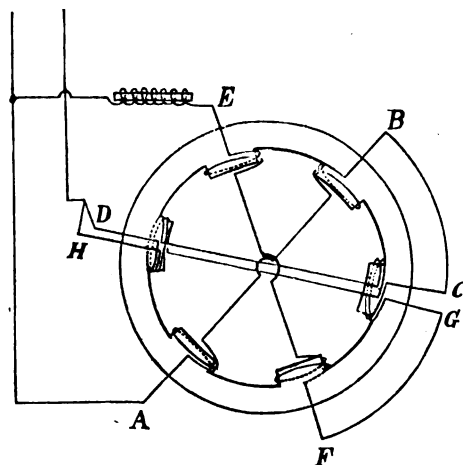
Nella fig. 2, che può rappresentare la disposizione industriale di un motore di questo genere, ciascuno dei rocchetti *A B* ed *E F* si trova avvolto su due espansioni polari. Sulle due altre espansioni sono avvolti ambedue i rocchetti *C D* e *C' H*. In questo caso, come si vede in figura, è adoperata una resistenza con auto-induzione, per spostare la fase della corrente derivata.

Il numero dei poli che, seguendo lo stesso principio, si possono ottenere sullo stesso anello, varia secondo il particolare avvolgimento che si adopera; ma tutto ciò riesce di secondaria importanza.

Quello che vi è da rimarcare in questo particolare genere di studi, si è la tendenza ad investigare nuovi mezzi per procurarsi campi rotatori, mercè una corrente alternata semplice originaria, affine di distribuire forza motrice coi sistemi d'impianti a corrente alternata semplice, che egregiamente servono per distribuzione di luce. Già il motore Brown (2) corrisponde abbastanza bene a questo concetto; concetto, nel quale, possiamo aggiungere, sta la soluzione del problema del trasporto economico dell'energia elettrica a distanza.

A. Banti.

(1) Banti. *Motori a campo magnetico rotatorio. Elettricista*, Serie I, Vol. I, pag. 162 - 1892.

(2) Banti. *Esperimenti sui motori asincroni Brown. Elettricista*, anno II, n. 12 - 1893.

GLI IMPIANTI ELETTRICI DELL'ESPOSIZIONE DI CHICAGO

A dare un'idea complessiva e relativamente esatta dell'importanza assunta all'Esposizione di Chicago dalle industrie elettriche nulla è più adatto della disadorna statistica numerica, comechè ingrata cosa per chi ritornando compreso di meraviglia da uno spettacolo così grandioso sarebbe tentato di farne l'elogio con una paziente rassegna delle cose più interessanti.

In nessuna occasione si vide finora l'elettricità così largamente e suntuosamente chiamata a contribuire come parte essenziale e come corredo di una mostra mondiale. È bensì vero che l'ambiente delle grandi città americane predispone l'osservatore a simili prodigi facendogli vedere continuamente, in ogni angolo ed in ogni circostanza l'elettricità compagna dell'uomo nella maggior parte delle sue occupazioni. Dai microscopici ventilatori da tavolo sparsi dappertutto per rompere l'arsura estiva, o promuovere correnti d'aria in locali di ubicazione molto infelice, ai motorini dell'artigiano; dagli innumerevoli motori di tramvie, alle grandi trasmissioni di forza; dai modesti impianti privati di illuminazione, alle grandiose installazioni che servono a far risplendere di luce le cupole dei palazzi e le colossali insegne notturne issate sui tetti, si può dire che tutti gli edifizi dai più umili ai più sontuosi, dalla tettoia del costruttore, alle torri di venti piani dove la febbrile attività di quel popolo vuole accatastate le aziende del commercio e dell'industria, racchiudono il loro impianto elettrico come un sussidio indispensabile della vita di tutti i giorni.

In un paese dove si incontrano alberghi che dispongono di una energia elettrica superiore ai mille cavalli unicamente pel loro servizio interno; dove il sottopiano dei grandi edifizi è una completa officina che provvede all'innalzamento delle persone e delle merci, al riscaldamento, all'illuminazione, alla ventilazione, ai servizi idraulici, si è ben preparati ad ammirare una festa di luce senza precedenti, come quella dell'Esposizione di Chicago.

Seimila lampade ad arco (quasi tutte del tipo di 2000 candele) e sessantottomila lampade ad incandescenza disposte con gusto dentro e fuori quegli edifizi, sulle rive dei canali e nei ridenti giardini, facevano degna cornice a tutte le più svariate applicazioni elettriche finora conosciute.

Trasporti di forza per circa 3500 cavalli; una stazione autonoma generatrice di altri cinquemila cavalli per una ferrovia elettrica destinata a passeggio ricreativo nel recinto dell'esposizione; un impianto di 400 cavalli per le fontane luminose ed il servizio dei 58 battelli elettrici muniti di accumulatori; quattro grandi fari proiettori Schuckert disputantisi l'onore di illuminare le stelle dalla cupola delle arti manifatturiere; 130 stazioni telefoniche interne colla loro stazione centrale che poteva metterle in corrispondenza colla rete della città e colle grandi linee che si spingono fino a New-York; 137 apparecchi elettrici automatici di allarme per l'incendio, con avvisatori pel servizio di polizia; numerose stazioni telegrafiche, e tutte le applicazioni multiformi alle miniere, alle macchine utensili, ai mezzi di trasporto, alla forgia e saldatura elettrica, ed ai ninnoli casalinghi, meritano bene un plauso alla vertiginosa iniziativa di una nazione che ha riconosciuto nell'elettricità uno de' suoi più potenti aiuti.

*
* *

Il concetto informatore di tale congerie di impianti elettrici è altrettanto interessante quanto le cifre che lo compendiano. La larga pratica fornita dalle innumeri applicazioni non ha lasciato incertezze nella scelta dei sistemi. Così l'illuminazione ad arco è quasi esclusivamente ottenuta col sistema in serie a intensità costante, e vi si disputano l'onore del primato i sistemi Thomson-Honston, Brush, Western e C., Excelsior, Standard, Fort-Wayne, con impianti tutti considerevoli che complessivamente comprendono un centinaio di dinamo.

Di assolutamente nuovo in questo ramo non si trova gran che: alcuni tentativi non peranco affermati di regolatori della posizione delle spazzole; la forma di alcune dinamo forse più nuova che lodevole; le dimensioni di alcune altre non prima raggiunte, come di una Brush del tipo ben noto dichiarata atta ad alimentare 125 lampade ad arco in serie, creando una differenza di potenziale a cui non si è abituati; una notevole semplificazione nell'indotto della tipica macchina Thomson Houston, che ne limita lateralmente l'avvolgimento rendendolo meglio ventilato e più accessibile per le riparazioni.

Anche i tipi delle lampade ad arco non si scostano da quelli universalmente conosciuti coi nomi dei costruttori indicati, che continuano a produrre i loro sistemi quantunque in gran parte appartenenti ad una sola grande società industriale sotto il nome di *General Electric Co.* Ma anche in questo genere alcuni particolari meriterebbero speciale menzione, come per esempio un sospensore per le lampade inaccessibili che permette di abbassarle sostituendovi contemporaneamente ed automaticamente una resistenza colla manovra di una sola fune. Questa disposizione è tutt' altro che priva di interesse se si pensa alle enormi cupole di quegli edifizi ed alla confusione di addobbi di travate, di funi e di conduttori onde sono guernite; talchè i vantaggi di non avere fili oscillanti che possano accompagnare la lampada nella sua discesa, e di poterla manovrare e visitare senza corrente, pure lasciando tutto il circuito in esercizio, sono assai più sensibili che per le lampade in condizioni ordinarie.

*
* *

L' illuminazione ad incandescenza si presenta con tutti i sistemi conosciuti, ma quello che predomina essenzialmente è il sistema a correnti alternate con trasformatori, adottato dalla Compagnia Westinghouse per l' illuminazione generale di cui è stata incaricata nei locali dell' Esposizione.

Questa Casa Industriale, universalmente nota da lungo tempo per i suoi freni e per i suoi motori, ha dal 1886 intrapreso anche la fabbricazione del macchinario elettrico, elevandosi in sì pochi anni ad una importanza anche nel nuovo ramo che poche altre saprebbero contenderle. Augurandomi di poter presentare ai lettori un cenno della visita da me fatta per gentile concessione al suo principale stabilimento di Pittsburg, accennerò qui alla sua colossale esposizione, certo la più grande affermazione di una industria elettrica che siasi mai veduta.

Dodici macchine elettriche identiche di diecimila lampade ciascuna, costituiscono il nucleo principale di questo prodigioso impianto: sei direttamente accoppiate ad altrettanti motori Westinghouse di mille cavalli ciascuno del tipo caratteristico verticale a tutti noto, e sei altre mosse per cinghia da motori a vapore delle case Allis e Co., Fraser e Chalmers, Mc. Intosh e Seymour, Buckeye, e Atlas. Queste dinamo sono di una costruzione affatto speciale, e rappresentano una delle più interessanti applicazioni

dei recenti sistemi dovuti in sì gran parte al nostro illustre Professor Ferraris, ed al Professor Tesla.

Ciascuna di esse è costituita dall' accoppiamento di due grandi alternatori i cui indotti sono così calettati sullo stesso albero che le due correnti alternate a cui dànno origine hanno la differenza di fare richiesta a costituire colla loro unione una corrente alternata bifase. Talchè esse servono a volontà come due macchine indipendenti a corrente alternata semplice, utilizzata seralmente per la illuminazione coi noti trasformatori Westinghouse, o come una macchina sola a corrente bifase utilizzata durante il giorno per la trasmissione dell'energia. Le due correnti alternate sono a 2200 volt con 7200 alternazioni, e servono altrettanto bene per lampade ad arco che ad incandescenza.

Il quadro distributore a cui fanno capo queste correnti è quanto di grandioso si può immaginare nel genere. Non solo le 12 macchine ora citate vi mandano le loro 24 correnti distinte, insieme a quelle di tre dinamo Compound a 250 volt di 100 cavalli ciascuna, addette alla loro eccitazione, ma vi arrivano pure le correnti di altri due alternatori da 4000 lampade l'uno e dei rispettivi eccitatori indipendenti, pure della Casa Westinghouse.

La parte superiore di questo immenso quadro contiene il controllo dei circuiti, così disposto che con una qualunque delle macchine si può alimentare uno qualsiasi dei quaranta circuiti che vi fanno capo. Il complesso di una tale quantità di strumenti di misura e di sicurezza, di apparecchi interruttori e commutatori, e l'eleganza della loro disposizione generale sopra un fondo di marmo bianco, rendono questo quadro degno di essere classificato tra le meraviglie dell'Esposizione.

(Continua). Ing. EMILIO SILVANO.

TRAZIONE ELETTRICA

CON DISTRIBUZIONE SOTTERRANEA IN SERIE

Il giorno 7 Dicembre scorso è stata inaugurata in Roma una tramvia elettrica a condottura sotterranea con distribuzione in serie.

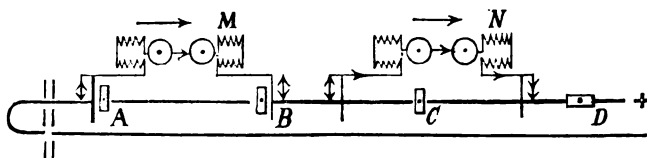
Il sistema di distribuzione in serie è protetto da un brevetto preso molti anni fa dal Prof. Fleeming Jenkin, ma non ha avuto fino ad ora serie applicazioni industriali se se ne eccettuano alcuni impianti di *Telfero,* specie di ferrovia aerea, a semplice rotaia sostenuta da pali, con piccoli vagoncini, che servono specialmente per il trasporto dei materiali. Tali impianti sono molto semplici non esigendo la costruzione di una via propria; riescono perciò sommamente economici quando si tratti di trasportare dei materiali a grandi distanze attraversando terreni accidentali, corsi d'acqua, ecc.

Noi non possiamo riportare quanto è stato detto *pro* e *contro* il sistema in serie, nè dilungarci sulle ragioni per le quali quasi tutte le tramvie elettriche sia a filo aereo sia a conduttore sotterraneo fino ad ora ricevano la corrente per mezzo di una distribuzione in derivazione, cioè a potenziale costante e a intensità variabile. Vogliamo solo accennare al fatto che il sistema in serie, cioè a potenziale variabile e a intensità costante, è particolarmente indicato quando si tratti di una tramvia di lungo percorso e di grande traffico: l'economia d'impianto per il minor diametro da darsi ai

conduttori e per la mancanza dei fili alimentatori (*feeders*) è notevole, specialmente se per ragioni speciali la condottura deve essere sotterranea.

Il capitano Michelangelo Cattori, acquistata la esclusiva proprietà del brevetto del sistema in serie per l'Italia, ne faceva l'applicazione tre anni or sono in Roma, sostituendo la trazione elettrica con conduttori aerei alla trazione a cavalli sulla tramvia fra Piazza del Popolo e Ponte Molle e impiantando un telfero nei campi coltivati circostanti all'officina elettrica, che trovavasi a metà circa del percorso della linea. In quell'epoca abbiamo assistito a parecchi esperimenti tanto sulla tramvia che sul telfero; esperimenti che con qualche rilevante perfezionamento sono stati ripetuti dal Cattori stesso a Villa Borghese.

Quivi funziona già da un anno una tramvia a conduttori aerei che da Porta Pinciana conduce al casino della villa; ma il Cattori ha voluto aggiungervi ora un lungo tratto di linea a conduttore sotterraneo ed è precisamente di quest'ultimo impianto che vogliamo dare una succinta descrizione.

Come si vede dalla qui annessa figura schematica, uno dei conduttori della corrente è diviso in tante sezioni *AB*, *BC*, *CD*,... di lunghezze uguali; le estremità di queste sezioni fanno capo ad un interruttore speciale che allo stato normale resta chiuso e assicura la continuità del circuito. Ora imaginiamo che ogni vettura porti nella parte anteriore un braccio che venendo ad urtare contro l'interruttore lo apre, e nella parte posteriore un altro braccio che chiuda l'interruttore stesso quando la vettura l'oltrepassa; se questi due bracci fanno in pari tempo l'ufficio di strofinatori sul conduttore e sono rilegati al motore elettrico della vettura, si capisce che qualora la distanza fra i due bracci sia superiore alla distanza fra due interruttori successivi, la corrente attraverserà il motore, giacchè la vettura costituirà una specie di ponte sopra uno o due interruttori aperti, come bene si vede dalla figura, dove *M N* rappresentano due posizioni successive della vettura.

L'apertura e la chiusura degli interruttori si opera in modo affatto meccanico; inoltre dando una certa lunghezza agli strofinatori si ottiene che il circuito rimane sempre chiuso attraverso i motori della vettura prima che funzioni l'interruttore, cosicchè sono assolutamente soppresse le scintille. Nella figura abbiamo messo per filo di ritorno un conduttore continuo, che in una linea a semplice binario può essere formato da un cavo ordinario posto comunque lungo la linea; ma se si ha un secondo binario lo stesso conduttore a sezioni di questo serve da filo di ritorno per l'altro, cioè si avrebbe un conduttore sezionato lungo tutto il suo percorso.

Spiegato così il modo di funzionare del sistema, accenniamo a qualche particolare dell'impianto di Villa Borghese.

Il binario è formato da una parte con una delle solite guide a canale per tramvie, dall'altra da una rotaia e controrotaia a semicanale che lasciano fra loro una stretta fessura di soli 12 millimetri. Sotto a questa rotaia corre un cunicolo in muratura sulla cui parete interna mediante isolatori stanno fissati il conduttore e gli interruttori. Il conduttore di bronzo ha la forma di T rovesciato; gli interruttori sono formati da due piastre di bronzo montate sopra ebanite: una delle piastre è fissa, l'altra oscilla intorno ad un pernio, e sono munite entrambe di tanti denti lamellari, che incastrandosi fra loro assicurano un contatto perfetto.

Dal centro della vettura, in corrispondenza della fessura della rotaia, scende una forte lama di acciaio, la quale trascina nel suo movimento una specie di pertica metallica, lunga quanto la vettura, alle cui estremità sono fissate due biette molto acuminate che venendo ad urtare contro la piastra mobile dell'interruttore aprono o chiudono il circuito secondochè questo stava prima chiuso od aperto: all'estremità della stessa pertica sono pure fissati due sfregatori che dal disotto abbracciano il conduttore e, lungo la pertica e la lama d'acciaio, portano la corrente ai due motori della vettura.

Da questi pochi cenni si vede come l'impianto sia studiato in tutti i suoi particolari; ma vogliamo aggiungere che negli esperimenti fatti le prove sono riuscite, benchè nella costruzione del cunicolo sotto la rotaia il Cattori avesse cercato di riunire tutte le condizioni più sfavorevoli, che si possono incontrare nella pratica, appunto per dimostrare la sicurezza di funzionamento del suo sistema.

I. Brunelli.

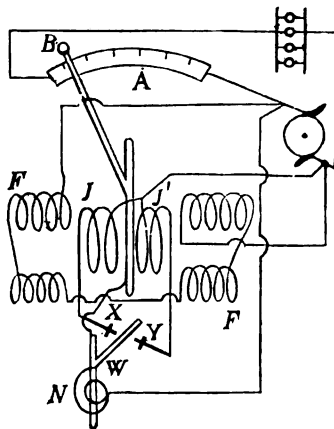
INTERRUTTORE ALCOCK

PER LA MESSA IN PARALLELO DEGLI ALTERNATORI

Questo commettitore è destinato principalmente ad inserire automaticamente in parallelo degli alternatori, quando sono in corrispondenza di fase col circuito in cui devono essere inseriti.

Il circuito comunica mediante il serrafilo E^2 col piatto metallico E^1 dell'apparecchio fissato su di una base isolante AA. L'alternatore da inserire comunica attraverso il serrafilo B^1, la colonnetta B ed il bilanciere C col piatto metallico E, affacciato ad E^1. Delle punte impediscono il contatto dei due piatti. Il bilanciere C porta all'altra estremità una staffa D, i cui bracci sono destinati a pescare in due coppe separate di mercurio D^1 e D^2. Una di queste coppe è connessa con un filo principale; l'altra con un polo dell'alternatore da inserire. Quando l'alternatore è portato ad un potenziale corrispondente a quello della linea, e si è introdotta nel suo circuito una carica corrispondente a quella che si avrà sulla linea, si connette l'altro suo polo direttamente coll'altro filo principale. L'interruttore impedirà tuttavia all'alternatore di entrare nel circuito principale, se non si terrà in fase con questo; giacchè i piatti E, E^1 essendo allora oppostamente elettrizzati, si attrarranno, ed i bracci della staffa usciranno dalle coppe di mercurio, aprendo il contatto. E. V.

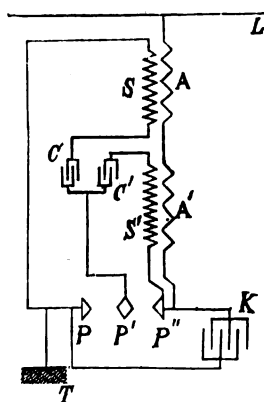
NUOVI STRUMENTI REGISTRATORI DI WESTON.

L'amperometro registratore, rappresentato nel diagramma della figura 1, agisce nel modo seguente: Il circuito è connesso coi due estremi dell'arco graduato *A*, che è calibrato su una determinata resistenza. Da uno degli estremi si stacca un circuito derivato che per l'indice *B* ritorna all'arco. Ora le cose sono disposte in modo, che, quando aumenta l'intensità della corrente, l'indice si muove sull'arco, diminuendo la resistenza fra i due estremi della derivazione proporzionalmente all'aumento dell'intensità finchè il potenziale fra questi due punti torni quello di prima. Allora l'indice s'arresta ed indica sull'arco graduato un percorso proporzionale all'aumento dell'intensità. Una punta tracciante di cui l'indice è munito dà un' indicazione corrispondente in una superficie registratrice mobile. La derivazione che passa per l'indice comprende un rocchetto N, mobile, fra due magneti permanenti; l'arco d'oscillazione di questo rocchetto è munito di un braccio *W* che va ad urtare, secondo che il rocchetto si muova nell'uno o nell'altro senso, contro uno dei due arresti *X* od *Y*, chiudendo un altro circuito derivato che attraversa l'uno o l'altro dei due rocchetti *J*, *J'*. Questi rocchetti sono avvolti in senso opposto, sono fissati nell'altro che porta l'indice e si muovono nel campo degli elettro-magneti *F*, alimentati da un terzo circuito derivato. Normalmente il rocchetto *N*, è in posizione tale, che il braccio *W* non tocca nessuno dei due arresti, quando l'intensità aumenta, il rocchetto si muove, facendo urtare il braccio contro l'arresto *Y*, chiudendo il circuito derivato che attraversa il rocchetto *J* e facendo muovere l'indice finchè la diminuita resistenza dell'arco graduato conservi l'aumento di intensità; allora l'intensità del circuito derivato che passa per il rocchetto *N*, ritorna al suo valore normale e il braccio *W* si stacca dal contatto *Y*. Diminuendo l'intensità si ha un effetto opposto.

Analogamente agisce il voltmetro; in esso l'indice scorre sul filo *A*, avvolto a spirale e il quale presenta una porzione nuda, con cui l'indice forma contatto. Come nel caso antecedente l'indice scorrendo su *A* aumenta o diminuisce la resistenza del circuito in modo da conservare la variazione della forza elettro motrice, e facendo ritornare al valore primitivo l'intensità della corrente che attraversa il rocchetto *N*.

E V.

NUOVO PARAFULMINE DI ELIHU THOMSON.

Per evitare che l'arco prodotto dalla scarica atmosferica provochi momentaneamente un corto circuito nelle correnti di linea, Elihu Thomson adotta la nuova disposizione qui rappresentata. Le piastre di scarica *P*, *P'*, *P''*, sono a considerevole distanza l'una dall'altra, contrariamente alle disposizioni adottate nei soliti parafulmini, in modo che il potenziale di linea non possa mantenervi un arco, neppure successivamente ad una scarica statica. La scarica statica, che passa attraverso la linea, produce una forte corrente nel filo primario di un rocchetto d' induzione *A A'*, e carica il condensatore *K* di forte capacità. Nel filo secondario *S S'* del rocchetto, si produce una corrente di altissima tensione, che è assorbita dai condensatori *C C'*, e che genera una serie di scintille fra gli elettrodi *P*, *P'*, *P''*.

Immediatamente il condensatore *K* si scarica attraverso questi elettrodi, che dànno quindi passaggio alla scarica statica della linea, ma non lasciano passare la corrente. Con questa disposizione si può fare a meno dei rocchetti o degli altri mezzi di solito adottati, per soffiare via e rompere l'arco. I rocchetti *S* ed *S'*, che sono percorsi da una corrente di potenziale altissimo, vanno immersi in un bagno di olio, e sono avvolti sur un tubo di vetro, che li divide dal filo primario.

E. V.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

L'esploratore di campo magnetico in bismuto, *per il dott.* TH. BRUGER (*).

La proprietà scoperta dal prof. Righi, che il bismuto cambia la sua resistenza elettrica secondo l'intensità del campo magnetico in cui si trova, è stata utilizzata dalla Casa Hartmann e Braun, per la costruzione di un esploratore di campo magnetico, che è molto diffuso specialmente in Germania.

La relazione fra la resistenza e l'induzione è data, secondo Leduc, da

$$f = a\sqrt{z(z+b)},$$

dove f è l'induzione, o, come si dice frequentemente, il numero di linee di forza per cm.², e

$$z = \frac{Rf - R_0}{R_0}$$

è la variazione della resistenza quando la spirale di bismuto, da un campo zero, dove la sua resistenza è R_0, passa ad un campo d'intensità f; a e b sono costanti. Questa formola è vera per campi deboli, ma al di là di 6000 unità C. G. S. l'aumento di resistenza è proporzionale all'aumento d'intensità del campo, e la curva rappresentatrice diventa una linea retta.

La migliore forma da darsi al conduttore di bismuto, che deve essere chimicamente puro, è quella di una spirale piatta a doppio avvolgimento, per evitare l'induzione mutua: la sensibilità dell'istrumento è sorprendente; in un campo della forza di quelli usati in pratica, la resistenza della spirale è quasi raddoppiata.

All'istrumento è annesso una specie di ponte di Wheatstone, calibrato in modo da dare direttamente i risultati, senza bisogno di calcoli o di tavole.

I. B.

(*) *Electrical World*, N. Y. - November 11, 1893.

Analisi elettrolitica, *per* H. FREUDENBERG. (*)

È noto che per la decomposizione elettrolitica delle soluzioni acquose dei diversi sali sono richiesti differenti valori di forza elettromotrice, cosicchè la separazione di due metalli in una soluzione mista dei loro sali può essere effettuata scegliendo una F. E. M. appena sufficiente per decomporre un sale, ma insufficiente per decomporre l'altro. L'A. ha fatto un certo numero di esperienze su questo soggetto ed è riuscito ad effettuare la separazione, in soluzioni acide, di diversi metalli che mostrano di richiedere un valore normale di F. E. M. per la decomposizione dei loro sali. Così l'argento può essere separato dall'arsenico e dal bismuto; il mercurio dal rame, dal bismuto e dall'arsenico; e finalmente il rame e il bismuto dal cadmio e dall'arsenico. Ha pure sperimentato con soluzioni che richiedono valori anormali di F. E. M., ma senza risultati pratici nel caso degli ossalati, dei fosfati e dei sali doppi di ammonio. I cianati e i solfati spesso offrono metodi di separazione: così per esempio l'argento può essere separato dall'antimonio, e il mercurio dal rame e dal cadmio in soluzioni di cianato di potassio, ed il mercurio può essere separato dall'antimonio e dall'arsenico in soluzioni ammoniacali.

I. B.

(*) BERICHT - Vol. XV, pag. 2492.

Annerimento dei bulbi e delle lampade ad incandescenza, *per* W. STUART-SMITH (*).

L'ultima teoria sulla causa dell'annerimento dei bulbi delle lampade ad incandescenza, pare venga dalla Francia, e dice che l'ossigeno rimasto nel bulbo, insieme a quello occluso nel filamento, attacca il carbone formando ossido carbonico, il quale si dissocia venendo in contatto col vetro relativamente freddo, deposita il carbone e lascia libero l'ossigeno, e così si ripete il processo. Ma l'A. ritiene che questo raffreddamento *non* possa causare la dissociazione, ma che almeno una parte dell'azione *possa* essere dovuta alla seguente causa: È ben noto che tutte le sostanze, le quali allo stato solido o liquido emanano vapori, sono circondate da un'atmosfera del proprio vapore. Se questa sostanza è racchiusa in uno spazio impermeabile all'aria, la densità del vapore è definita per ciascuna sostanza e per ogni temperatura, ma varia grandemente con quest'ultima, essendo molto più grande per le temperature alte.

Per una data sostanza e per una data temperatura, la densità del vapore sarà la stessa, anche se è presente qualsiasi altro gas, ma se questi gas sono in quantità considerevole, sarà richiesto un maggior tempo perchè la densità del vapore raggiunga il suo massimo valore. Nel vuoto, al contrario, l'azione è relativamente rapida.

Il carbone freddo è una sostanza molto stabile e la densità del suo vapore è molto bassa, ma all'alta temperatura del filamento riscaldato al color bianco, la evaporazione deve essere relativamente rapida, e la densità del vapore relativamente grande. Il vapore caldo, venendo a contatto col vetro più freddo, si deposita, e così la evaporazione, invece

(*) *Electrical World*, N. Y. - November 18, 1893.

di arrestarsi, come succederebbe se il vetro fosse alla stessa temperatura del filamento, continua finchè la lampada sta accesa. Quando la lampada viene spenta, il vapore nel bulbo continua a depositarsi sul vetro, fino a che raggiunga la densità propria relativa al carbone freddo. Il più rapido annerimento, quando la lampada è nuova, può ascriversi in parte alla migliore azione condensante del vetro pulito, e per la maggior parte al fatto che alcune porzioni del filamento sono più facilmente volatilizzate di altre, e che l'azione è conseguentemente più rapida quando esse si disgregano.

I. B.

CRONACA E VARIETÀ.

Illuminazione elettrica di Jesi. — Sarà inaugurata nei primi mesi del prossimo anno l'impianto della luce elettrica di Jesi. Concessionari ne sono i signori Icilio Pascoli e C., esecutrice è la Ditta Moleschott di Roma per la Casa Siemens e Halske di Berlino. L'impianto elettrico comprenderà 2 dinamo a poli interni, ciascuna di 66 mila watt, ed una terza di riserva, mosse da altrettante turbine da 100 cav. direttamente accoppiate mediante un giunto elastico. Il sistema di distribuzione è a tre fili; l'impianto pubblico comprenderà 330 lampade da 16 candele, e 18 archi da 9 ampere; tutta la rimanente energia sarà distribuita ai privati. L'officina viene appositamente costruita, a breve distanza dalla città, lungo il Canale Pallavicini, dove si utilizza un salto di 5 metri, mediante una derivazione parallela ad un vecchio mulino che utilizza la forza durante le ore del giorno. A suo tempo daremo altri dettagli di questo impianto di imminente esecuzione.

Trasporto elettrico di forza a Milano. — Ci si annunzia che l'ing. Giuseppe Robecchi Bricchetti, il noto viaggiatore africano, ha fatto domanda di concessione per derivare dal fiume Toce presso Domodossola la forza di circa 47000 cavalli e trasportarla elettricamente a Milano per Gallarate, Busto Arsizio, Legnano, ecc.

Il progetto che è opera dell'ing. Mario Azari, comprenderebbe due impianti distinti; nel primo situato presso Fondavalle a mezzo di conduttura forzata si utilizzerebbero 3,7 m^3 d'acqua al secondo pèr due salti di oltre 300 metri, con una produzione di forza di 30000 cavalli; nel secondo impianto situato presso Crevola Piana, una condotta forzata di 8,2 m^3. d'acqua al secondo per un salto di m. 155 darebbe una forza di oltre 17000 cavalli.

Pur ammettendo di perdere nel trasporto una considerevole quantità di energia, il cavallo-vapore potrebbe essere distribuito in Milano a meno di lire cento l'anno. L'impresa si presentà quindi sotto auspici molto favorevoli, e noi auguriamo all'amico ing. Robecchi un pieno successo, degno del suo spirito energico e intraprendente.

Illuminazione elettrita di Fenestrelle. — L'impianto è stato eseguito dall'ing. Zeno di Torino ed utilizza una caduta d'acqua dove funziona un mulino: l'illuminazione, sia pubblica che privata, è tutta fatta con lampade ad incandescenza da 8 a 10 candele, e stante il suo piccolo costo ha incontrato in tutti il più grande favore, tanto che si pensa già di aumentare l'impianto, avendosi molta altra forza idraulica disponibile.

L'illuminazione elettrica all'esposizione di Milano verrà eseguita col concorso dell'ingegnere Tosi di Legnano e dell'ing. Bartolommeo Cabella di Milano. Essi intendono di esporre una officina elettrica modello, costruendola nei giardini in un grande chiosco-vetrina, in modo che tutto il pubblico ne potrà vedere il funzionamento. Per detta illuminazione saranno in azione tre motrici a grande velocità (brevetto Tosi), ciascuna della forza di 160 cavalli, e tre dinamo costruite dal Tecnomasio (brevetto Cabella). Saranno alimentate durante la sera 400 lampade ad arco e 700 lampade ad incandescenza. Durante il giorno sarà egualmente generata la corrente elettrica e utilizzata nella galleria del lavoro sotto forme svariatissime.

Riscaldamento elettrico nelle vetture di tramvia. — Sono state fatte recentemente alcune esperienze sulle tramvie elettriche di Camden allo scopo di utilizzare l'energia perduta nei reostati regolatori della corrente per il riscaldamento delle vetture. Una prima esperienza fu fatta con una vettura in rimessa; il reostata fu collocato nell' interno della vettura; facendo variare la corrente per mezzo di un commutatore, nell'intervallo di circa cinque ore la temperatura nell'interno della vettura, a porte chiuse, si è elevata da 22°, 2 a 34°, 5, mentre la temperatura dell'aria esterna era salita da 21°, 6 a 27°, 7.

In un'altra esperienza la vettura era rimorchiata da un'altra in servizio attivo; durante la corsa la temperatura interna si mantenne di circa 6° superiore a quella esterna, che in media era di 30°. Questi risultati dimostrano che la perdita d'energia nei sistemi con regolatori a reostati è relativa-

mente piccola e che il calore prodotto non è sufficiente per contribuire al riscaldamento delle vetture.

Illuminazione elettrica delle vetture postali. — L'Amministrazione delle Poste di Germania in seguito ad esperimenti fatti ha stabilito d'illuminare elettricamente le vetture postali che fanno servizio sulle ferrovie.

Tramvia elettrica nel Siam. — Fu inaugurata fino dal febbraio scorso una tramvia elettrica che serve a mettere in comunicazione il centro della capitale del Regno, Bangkok, con i sobborghi. È una linea a semplice binario della lunghezza di 6200 metri.

La stazione di produzione della corrente è collocata all'estremità della linea in città, dove essa si raccorda con la tramvia a cavalli; due motrici ad alta velocità, da 80 cavalli, mettono in azione due dinamo Short da 40000 watt: il filo aereo di rame indurito è sostenuto da pali di teak, il solo legno che resista ai guasti delle formiche bianche; lungo la linea corrono ora sei vetture, che portano ciascuna un motore Short da 20 cavalli, ma il numero delle vetture sarà quanto prima portato a dieci.

Per lo studio delle correnti terrestri. — L'unico osservatorio in Europa che finora si occupava di tale studio era quello di Greenwich. Dal 1883, in cui il Blavier eseguì per sei mesi degli esperimenti a questo scopo, in Francia non si è fatto nulla di nuovo.

Ultimamente il Mascart ha ottenuto che l'amministrazione dei telegrafi francesi costruisse tre linee, della lunghezza di circa 10 chilometri, comunicanti con l'osservatorio del parco Saint-Maur. Una di queste linee va dal nord al sud, l'altra dall'est all'ovest e la terza corre nei dintorni dell'osservatorio. Le estremità delle prime due linee sono in comunicazione con la terra, la terza invece forma circuito metallico. Di questi studi è stato incaricato il Moureaux direttore di quell'osservatorio.

È da sperare che negli altri osservatori si facciano esperienze di questo genere specialmente in relazione alle variazioni del magnetismo terrestre.

Motori a correnti polifasi in America. — Alla fine del settembre scorso è stato inaugurato in America il primo impianto industriale a correnti polifasi per distribuzione di forza, luce e calore, a Lynn, utilizzando la forza delle cascate di Sewall.

La navigazione elettrica nei canali. — Il 18 novembre scorso furono fatte delle prove ufficiali di propulsione elettrica con linea aerea, sul canale Erie, a Brighton N. Y., in presenza del governatore Flower, di Nicola Tesla, di Giorgio Westinghouse, e di molti altri invitati.

La corrente era fornita dalla Compagnia ferroviaria di Rochester, per mezzo di due fili, andata e ritorno; e per mezzo di due *trolley* flessibili, analoghi a quelli per tramvie, veniva condotta ad un motore Westinghouse, di 25 cavalli. Le prove furono fatte servendosi di un vecchio barcone a vapore, e sono perfettamente riuscite: la velocità raggiunta fu di 6 chilometri all'ora, vincendo delle curve, passando sotto un ponte, entrando ed uscendo per una chiusa.

Dal discorso pronunciato da Flower, rileviamo che il canale Erie fu inaugurato nel 1829, quando l'elettricità non serviva per muovere i battelli e trasmettere le notizie: l'annuncio dell'inaugurazione fu trasmesso da Buffalo a New-York per mezzo di successive scariche di cannoni disposti lungo le rive del canale e del fiume Hudson, impiegando per la trasmissione un'ora e cinquanta minuti. Durante la prima stagione dopo l'apertura del canale, furono trasportate da Buffalo a New-York soltanto 40 tonnellate di mercanzie, ma al presente vi transitano tre milioni di tonnellate al giorno, e servendosi dell'elettricità come forza motrice, il transito giornaliero potrà elevarsi a dodici milioni di tonnellate. Col rimorchio a cavalli o muli, la massima velocità è di tre chilometri all'ora, e per ogni battello si richiedono in media otto persone: con l'elettricità bastano due uomini, uno per il giorno, l'altro per la notte; si raddoppia la velocità, e sui battelli si ha maggiore spazio disponibile, non essendovi più bisogno di stalle per i cavalli di ricambio; inoltre viene risparmiata la spesa assai rilevante della manutenzione dei sentieri laterali al canale.

Tutto sommato, si ritiene che le spese per la navigazione elettrica si riducano ad un quinto di quelle attuali, e noi speriamo che non si tarderà molto a farne una seria applicazione sui nostri canali.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

Ing. Amerigo Raddi: *La fulminazione meteorica in Italia* — Milano, 1893.
Prof. Antonio Pacinotti: *Sulla perennità della memoria del Galileo in Pisa* — Pisa, 1893.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile*.

Roma, 1893 — Tip. Elzeviriana.

ANNO III. — 1° Febbraio 1894 — NUM. 2.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

COMITATO DIRETTIVO:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl' Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d' Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

Prezzo delle Inserzioni:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

TRAMVIE ELETTRICHE DI MARSIGLIA

Se qualche poeta, lasciando da parte il lato tecnico, volesse ritrarre con una parola la rapidità di sviluppo della scienza elettrica, non avrebbe che a citare le parole del vecchio Omero, quando descrive nell'Iliade il procedere fulmineo di Nettuno:

Ratto spiccossi dall'alpestre vetta
E discese.....
.....Tre passi ei fece
E al quarto giunse alla sua meta, in Ege. (1)

Diciassette secoli dopo l'era volgare, l'elettricità è ignorata. Essa fa tre passi. In cinquant'anni si conosce la statica. Mezzo secolo ancora, sopravviene la pila di Volta, portentosa figlia della chimica pure appena nata. Un quarto di secolo dopo si scopre l'induzione: un progresso segue un altro, senza posa nè tregua, e Pixii, Ladd, Siemens, Wilde e Pacinotti creano la macchina elettrica moderna, il motore possente reversibile. L'ultimo passo è fatto, e la meta è raggiunta. La locomozione elettrica data da quel momento: il primo esperimento, veramente, è modesto, ma di grandioso avvenire.

I Siemens fanno correre nel 1879, sopra una strada molto stretta, tre vagoncini contenenti ciascuno 6 viaggiatori, ad una velocità di m. 2 a 3,50 per secondo. Il lavoro totale era calcolato di 3 cavalli. Una rotaia centrale isolata conduceva la corrente, che metteva in azione i motori e ritornava per le ruote e le rotaie.

Nel 1881, alla Esposizione di elettricità di Parigi, si vede comparire, con trasmissione a linea aerea, una vettura pesante a pieno carico 9000 chilogrammi coi suoi 50 viaggiatori, che supera rampe di 0,02 per metro.

Non occorre ricordare come in pochi anni il sistema si estese, si perfezionò, acquistò il diritto di cittadinanza in Germania, in Austria, negli Stati Uniti, ecc.; questo ci porterebbe troppo lontano. Ci basti dire che dovunque l'impiego di una canalizzazione sotterranea permetteva di evitare la costruzione della rete aerea, la trazione elettrica è stata accolta con grande favore; ma che là dove i conduttori venivano sospesi come

(1) *Iliade*, Canto XIII. Traduz. MONTI.

una minaccia permanente di fulminazione sulle strade pubbliche, si sono manifestati timori od ostilità.

Un esperimento si imponeva; si doveva fare la prova di una rete aerea lungo strade frequentatissime, nel centro di una grande città, e non più in agglomerazioni di second'ordine. Oggi l'esperimento è fatto; il successo è consacrato da un funzionamento non interrotto di 19 mesi, attraverso i quartieri più popolati di una città di 400,000 abitanti, Marsiglia. In quali condizioni? È questo che occorre esaminare dettagliatamente.

Per un pubblico esercizio elettrico infatti, non trattasi semplicemente di dati precisi e di calcoli rigorosi. Là dove c'è una folla non vi sono più delle costanti, non vi sono che delle variabili. Nessun calcolo esatto è possibile, essendovi troppi casi imprevisti anche nelle migliori previsioni.

Ora, in tramvie elettriche urbane, la praticabilità delle strade e la natura dei viaggiatori intervengono in gran parte nel calcolo del lavoro. Nelle officine, al contrario, tutto può essere previsto o determinato, non intervenendovi circostanze esteriori. A Marsiglia, queste cause esteriori di lavoro supplementare hanno quasi una importanza esagerata, come vedremo.

Per potere seguire passo per passo il funzionamento delle tramvie elettriche, procediamo qui come per una costruzione di ferrovia; cioè, studiando la natura del percorso, la composizione della via, la linea, le vetture, le macchine, l'esercizio e il rendimento meccanico ed economico.

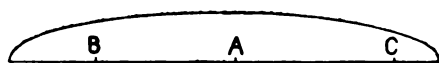



Fig. 1. — *Pianta schematica di Marsiglia.*

Due parole sopra la città ed i quartieri attraversati.

Marsiglia, per la stessa sua posizione sulla riva del mare, si stende lungo la costa in una striscia di terreno relativamente molto stretta, ma molto allungata.

Schematicamente e commercialmente, essa può essere rappresentata dalla metà di un'ellisse di cui l'asse maggiore sia il decuplo del minore: ponendo in *A* (fig. 1) il centro d'affari, molto condensato in uno spazio ristretto, s'avrà in *B* il quartiere di San Luigi, della cui linea vogliamo ora parlare; ed in *C* il quartiere del Prado al quale, secondo tutte le probabilità, saranno quanto prima estese le tramvie elettriche. Entriamo in questi particolari soltanto perchè in una grande città esiste una relazione immediata fra il tipo delle linee da costruirsi e la natura dei quartieri che esse devono percorrere. A Marsiglia, da *A* verso *B*, dopo il gruppo centrale dell'alto commercio, s'incontrano le vie popolose, i mercati, le officine, i cantieri marittimi, le concie, i macelli, i magazzini di deposito, le campagne e i villaggi. Strade brutte e sudicie, ingombre di carri pesanti, fiancheggiate da alte muraglie affumicate o da casette troppo basse, marciapiedi ingombri di carrette che si caricano e scaricano, e che per conseguenza impediscono di tenersi ai lati della strada; tali sono le vie da percorrere. Anzichè nel recinto di una grande città, pare ci si trovi all'ingresso di una borgata qualunque.

La linea aerea, d'aspetto semplice e severo, coi suoi sostegni metallici sembra perfino elegante in rapporto all'ambiente.

Il quartiere del Prado, che forma l'ala destra (*C* della figura) costituisce invece un assieme aristocratico. È un lungo viale di 4 chilometri, a triplice via rotabile con sei file di alberi, fiancheggiato da villini, da ville e da parchi, che termina in un piazzale splendido, circondato anch'esso da sontuose ville e da castelli. In questa terza parte di Marsiglia, le corde, i cavi, gli incrociamenti confusi di fili, sarebbero troppo fuori

di posto; ma siccome per mancanza di carreggio e per la esistenza delle vie laterali restano liberi i lati del viale di mezzo; si prevede e si pensa volentieri ad una linea montata sopra eleganti mensole, quasi totalmente nascosta fra gli alberi, sotto lo spesso fogliame dei quali si succedono le tramvie in modo continuo e senza che abbiano a superare la più piccola salita.

Fig. 2. — *Rotaia a canale.*

Dal punto di vista artistico, che si fa intervenire in tntte le quistioni di simil genere, non vi è alcuna obbiezione dunque, o critica da fare, sulla linea Marsiglia-Belsume e San Luigi: il sistema detto « a fili aerei », certamente più semplice e più economico di altri, trovasi precisamente al suo posto, e nulla guasta attraversando dei quartieri di eleganza discutibile.

Via. — La via è formata da rotaie d'acciaio, del tipo Humbert, a canale, (fig. 2) da 27 kg., montate su traversine intieramente metalliche. Lo scartamento interno è m. 1.33.

Sulle strade d'Aix, per un tratto di 250 metri con pendenza del 6 °/₀, la via è

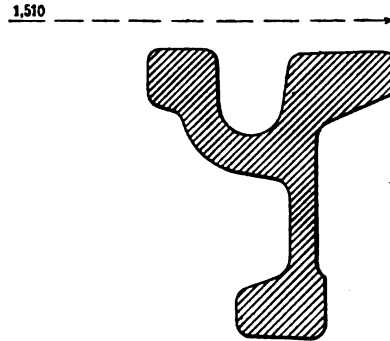
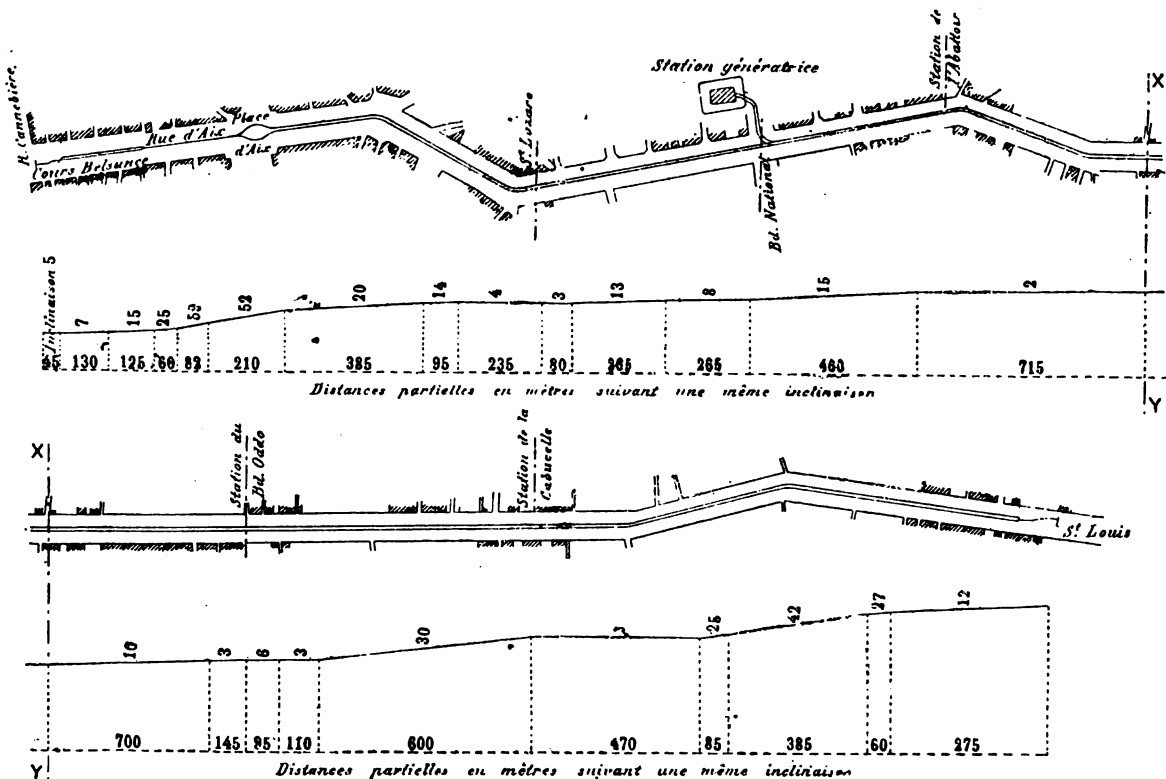



Fig. 3. — *Pianta e profilo longitudinale della tramvia Belsunce-San Luigi.*

formata da 4 rotaie Vignale accoppiate due a due. La via (vedasi la fig. 3 che ne dà la pianta e il profilo longitudinale), ovunque a doppio binario è a semplice binario in questa strada, che è un passaggio lungo e stretto, e per di più ingombro sempre d'ogni sorta di veicoli, che obbligano spesso le vetture della tramvia a fermarsi in piena salita.

Le difficoltà superate in tal punto, che pare le riunisca tutte, sono la prova migliore della superiorità del nuovo sistema su qualunque altro modo di trazione.

Malgrado forti carichi e tempo piovoso, abbiamo potuto constatare che l'avviamento si faceva molto dolcemente; senza strappi a metà della salità e a piccolissima velocità, andando dietro a dei grossi veicoli i cui animali da tiro inciampavano ad ogni passo. È questa la sezione critica di San Luigi, che era causa di serie preoccupazioni oramai svanite, e che, secondo noi, dà buone speranze per l'avvenire della trazione elettrica, mostrando quello che essa può fare.

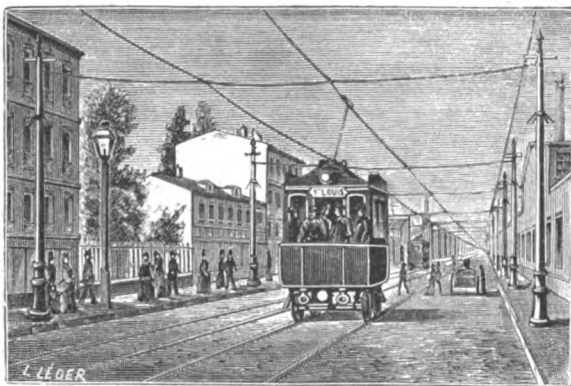



Fig. 4. — *Aspetto della via.*

Altre pendenze meno forti, ma in curva, si trovano lungo i 6 chilometri che separano le stazioni estreme; ne riparleremo nel calcolare lo sforzo di trazione.

Linea. — La Compagnia delle tramvie, dopo avere esaminate le migliori istallazioni, della Svizzera e dell'Austria specialmente, ha dovuto scartare il tipo a rotaia centrale, impossibile su strade pubbliche, e l'altro a conduttura sotterranea, troppo pericoloso in caso di inondazioni. Marsiglia infatti, meno talune diramazioni di scarico in

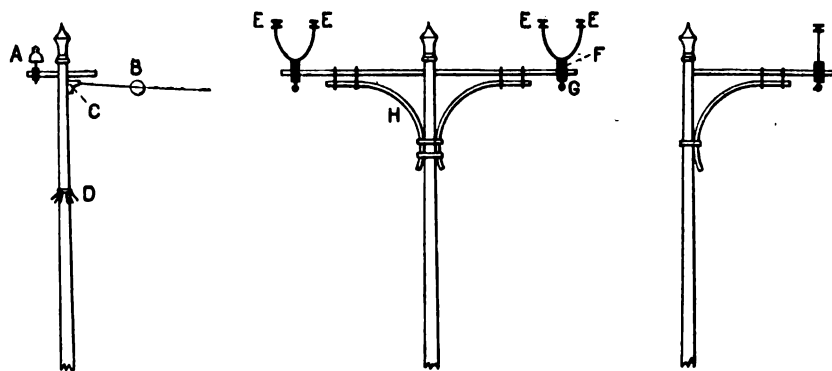



Fig. 5. — *Palo semplice.* *Palo d'incrociamento.* *Palo-mensola.*

A, isolatore per alimentatori; *B*, isolatore a carrucola; *C*, tenditore; *D*, corona di punte per impedire la salita sul palo; *E*, isolatori a puleggia; *F*, supporto di legno; *G*, filo di contatto; *H*, sostegni in ferro vuoto.

realtà insufficienti, non possiede fogne, e solo potrà averne fra qualche anno quando saranno ultimati i grandi lavori in corso. Perciò si dovette ricorrere al sistema aereo.

Il circuito è formato da due conduttori affatto diversi: l'uno aereo, l'altro a fior di terra. Il primo è formato da un filo di bronzo silicioso di 6^{mm} di diametro, con una conduttività del 98 % di quella del rame puro; l'altro è costituito dalle rotaie stesse che sono collegate elettricamente con la massima cura in modo da evitare qualsiasi soluzione di continuità.

È superfluo rammentare le ragioni che militano in favore del sistema aereo, dal punto di vista puramente industriale. Il filo aereo costa meno di una conduttura sot-

terranea; esso può, dovunque, appoggiarsi su corde trasversali (fig. 4) che, secondo la larghezza della strada, vengono sostenute da mensole, da pali, nonchè da ganci fissati ai muri delle case. La sorveglianza della linea si fa a colpo d'occhio e costa poco; per la manutenzione basta una scala od un vagoncino di conveniente altezza. Piova o nevichi, l' isolamento resta sufficiente; e finalmente, in una città di grande traffico, pare difficile, per non dire impossibile, di sventrare per molto tempo le grandi arterie e di ostruirne il passaggio frequentemente per ricerche di guasti.

Fig. 6 — *Tenditore.*

Sostegni e modo di sospensione. — I sostegni sono delle colonne di ferro, con base di ghisa, dell'altezza di $6^m,50$ (fig. 5). Hanno fra loro una distanza di 40 metri. Alla cima di ciascun sostegno è fissata, con un tenditore (fig. 6), una corda di fili d'acciaio trasversale alla strada. Alla corda d'acciaio stanno sospesi gli isolatori; la figura 7 rappresenta i varii tipi d' isolatori, insieme con gli aghi d' incrociamento o di biforcazione.

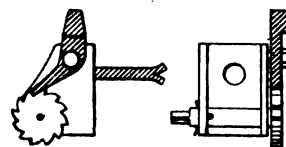
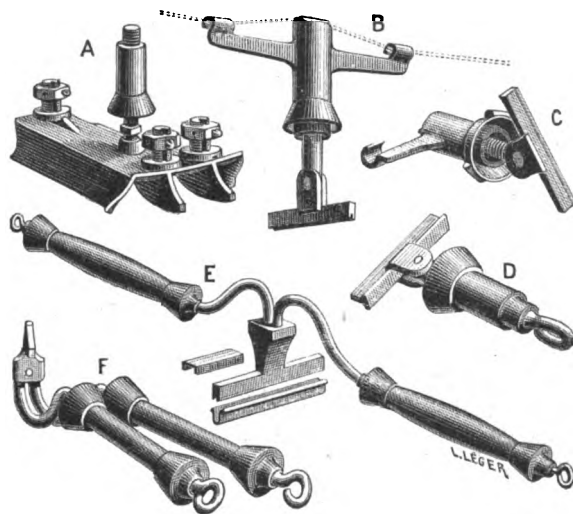



Fig. 7 — *Isolatori e supporti diversi.*

I particolari dei varii pezzi sono spiegati sufficientemente dalla figura; diciamo solamente che i costruttori hanno adottato indistintamente tutti gli isolanti: legno guaiaco, ebanite, legno paraffinato, porcellana; e tutti hanno dato finora buoni risultati, sia elettricamente, che meccanicamente. Nelle strade molto larghe, le corde trasversali sono sostenute da pali metallici; in quelle più strette i tenditori sono fissati ai muri delle case; e finalmente, nelle piazze assai vaste (come la piazza di Aix, al cui centro sorge un arco trionfale) si dovette ricorrere a dei supporti a mensola, metà in ghisa e metà in ferro vuoto, per sostenere gli alimentatori *(feeders)* ed i conduttori.

Come si è detto il filo di ritorno è costituito dalle rotaie. Tutte le rotaie sono elettricamente congiunte, come è indicato nella fig. 8; le parti che vengono strette fra le piastrine sono ripulite accuratamente; un filo di rame della sezione di 30 mm.² viene ribadito su ciascuna estremità delle due rotaie che fan capo alla stessa piastrina. Si è preveduto il caso in cui per delle riparazioni si dovesse togliere una parte delle rotaie; ad evitare la interruzione di continuità del filo di ritorno, al centro dei binari si sono posti due fili di ferro galvanizzato del diametro di 8 mm., che ad ogni 80, o 100 metri sono riuniti fra loro per mezzo di un filo trasversale. Ad ogni 40 metri circa, cioè a metà dell'intervallo fra i conduttori trasversali, i fili sono anche rilegati al giunto delle rotaie vicine. In tali condizioni si ha una linea di terra la cui resistenza è inferiore ed un decimo di quella aerea.

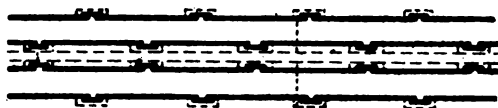



Fig. 8 — *Collegamento elettrico delle rotaie.*

Il conduttore aereo, come si è detto, ha un diametro di 6 millimetri, che sulle prime parve troppo piccolo, mentre l'esperienza ha dimostrato che tale dimensione è sufficiente; ma in una impresa industriale si deve tenere calcolo anche di una quistione di prezzo. Con un filo più grosso, già per sè stesso più costoso, si avrebbe un ravvicinamento di sostegni, quindi la moltiplicazione di questi e conseguentemente un aumento di spesa, senza tener conto dell'effetto più spiacevole dell'impianto, e del maggiore ingombro sulle strade. Occorre dunque che i fili siano abbastanza grossi per costituire dei buoni conduttori, ma abbastanza leggieri, da permettere un impianto a lunghe portate.

Per conchiudere sui dettagli di costruzione della linea, aggiungiamo che data la rottura del filo aereo, si è provveduto a che non resti affatto interrotto il funzionamento della linea, come si potrebbe credere *a priori*.

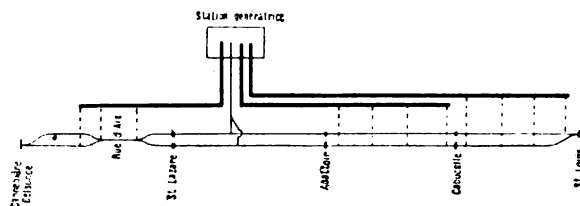



Fig. 9 — *Sezioni della linea.*

La linea infatti è divisa in quattro sezioni: Belsunce-San Lazzaro; San Lazzaro-Macello; Macello-Cabucelle; Cabucelle-San Luigi; calcolate in modo che un quarto circa del lavoro totale venga ripartito su ciascuna di esse (fig. 9). Ciascuna sezione trovasi in comunicazione col polo negativo del quadro di distribuzione dell'officina elettrica, posta fra San Lazzaro e il Macello. La sezione 2ª, che ha un profilo più regolare ed è più prossima all'officina, è riunita direttamente con questa per mezzo di fili di contatto; le sezioni 1, 3 e 4, più lontane, sono alimentate da *feeders* di grosso diametro, che ad ogni 100 metri si congiungono al filo aereo per mezzo di piccoli cavi trasversali. Questi alimentatori sono fissati alle teste dei pali o delle mensole, parte su puleggie, parte sopra isolatori di porcellana ad olio (fig. 10).

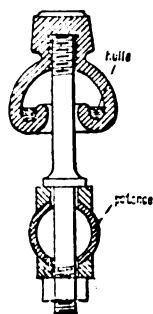



Fig. 10.
Isolatore ad olio.

Sul filo e sui cavi, che collegano l'officina alle sezioni suddette, sono intercalati degli interruttori automatici, che rompono il circuito, se per un caso qualunque l'intensità della corrente assumesse un valore maggiore del previsto. Se per esempio si formasse un corto circuito in una delle vetture in servizio; o se il conduttore aereo, rompendosi, cadesse sulle rotaie, passerà una corrente di tale intensità da fare funzionare nell'officina l'interruttore corrispondente alla sezione difettosa. Con tale disposizione si prevengono i gravi accidenti, che sono tanto più da evitarsi, perche si produrrebbero in centri densissimi di popolazione.

Vetture. — Discorriamo ora dei veicoli in servizio. Questi sortono dalle officine che la Compagnia delle tramvie possiede a San Giusto (alle porte di Marsiglia), e sono stati costruiti sui disegni del sig. Piacani ingegnere capo della Compagnia medesima.

Tutte le vetture sono a quattro ruote, coi due assi molto vicini, come si vede nella fig. 11. Una parte centrale, chiusa da vetri può contenere 20 persone; ciascuna delle due piattaforme ne contiene 15; cioè un totale previsto di 50 persone al massimo. La lunghezza totale della vettura è di 8 metri, ed è larga m. 2 ed alta m. 3,50; il diametro delle ruote è di m. 1. Sul cielo dell'andito centrale è fissato il sostegno dell'asta che porta lo sfregatore (*trolley*); due potenti molle a spirale tendono a risollevare le pertica per mantenere lo sfregatore aderente al filo. Interessa che l'asta sia

raddrizzata quanto è possibile, per evitare il forte attrito della puleggia di contatto sul conduttore; il braccio dev'essere perciò quasi verticale. Lo sfregatore è formato da una puleggia a gola profonda, che abbraccia e segue facilmente il filo.

Giunta la vettura alla estremità della corsa, per cambiare la direzione del movimento si rovescia il braccio di contatto con l'aiuto di una lunga corda disposta *ad hoc*, La elasticità che presenta il modo di attacco e di raddrizzamento del braccio mobile, permette alla puleggia di contatto di seguire facilmente il filo aereo, senza bruschi sussulti, in tutte le sue sinuosità.

Ogni vettura è fornita di apparati elettrici regolatori della corrente dei quali parleremo in seguito, nonchè di organi di arresto meccanici. Questi, in numero di due, comprendono: un freno ordinario che il conduttore manovra dalla piattaforma davanti, con un'asta a manubrio; e un freno di sicurezza, per potere fermare la vetturasu forte pendenza, anche con sovraccarico considerevole. Questo secondo freno consiste in un asse che porta un doppio braccio di ghisa con delle scarpe di legno, all'altezza di un decimetro circa dalle rotaie. Questo freno è manovrato da un conduttore aggiunto che sale sulla vettura quando si tratta di superare la forte pendenza della strada di Aix: stringendo leggermente il freno, esso fa appoggiare le scarpe sulle rotaie, e così rallenta la corsa; stringendo fortemente, incastra le scarpe contro le ruote ed immobilizza la vettura.

Fig. 11 — *Vettura elettrica.*

Per fissare le idee, e per distinguerli dagli elettricisti propriamente detti, i conduttori delle vetture elettriche sono stati battezzati col nome caratteristico di *wattmen* (distribuitori dei watt), e tale espressione è ora introdotta nel linguaggio di servizio. Come abbiamo detto, un *wattman* si occupa esclusivamente del freno di sicurezza sul tratto suddetto; ma affrettiamoci a dire che basta il freno ordinario anche in tempo di pioggia. Gli ingegneri della Compagnia vedono anzi di buon occhio cadere una forte pioggia, che secondo l'opinione del pubblico dovrebbe provocare uno sdrucciolamento funesto. Ciò è dovuto a delle circostanze essenzialmente locali: numerosi carri male condizionati trasportano dei liquidi vischiosi, residui delle molte officine, fabbriche di saponi, di olii ed altro, dei quartieri attraversati dalle tramvie, lasciando un solco grasso e attaccaticcio, che rende impraticabili le strade, sdrucciolevoli le rotaie. Le Compagnie di tramvia, sia a cavalli che a trazione speciale, sono perciò obbligate a far lavare ben bene le vie con forti getti d'acqua durante la notte, e a far girare di giorno gli uomini con spazzettoni, o a gettar sabbia per togliere questa vischiosità. Riteniamo che poche imprese del genere debbano avere contro di sè tale cumulo di piccoli ostacoli locali, e ci è perciò sembrato giusto di farne cenno.

Malgrado ciò, con gli attuali elettromotori, nel caso inammissibile in cui mancassero insieme tutti i freni, una vettura, facendo macchina indietro, potrebbe ancora risalire anche la rampa del 6 °/ₒ della strada di Aix, e con più forte ragione arrestarvisi.

La vettura vuota pesa 6,800 chilogrammi; a carico normale pesa ordinariamente 10 tonnellate; con gran sopraccarico raggiunge perfino le 12 tonnellate.

La distanza degli assi è alquanto piccola per rapporto alla lunghezza della vettura; è stata ridotta a m. 1.80 a causa del piccolo raggio di certe curve.

Tuttavia, malgrado il forte carico in falso che risulta da questa necessaria disposizione, il movimento oscillatorio è quasi insensibile perfino nelle prove di massima velocità fatte di notte con motori dell'ultimo modello. È superfluo aggiungere che qui non esistono i movimenti serpeggianti propri delle locomotive, che tanto danneggiano la via.

Disposizioni elettriche delle vetture. — I motori elettrici posti al disotto delle vetture, sono senza dubbio la parte più interessante della istallazione di un trasporto di forza, in considerazione delle condizioni specialmente delicate in cui si trovano.

L'impresa di tramvie e ferrovie elettriche Sautter-Harle e le officine Oerlikon, costruttrici di tutto il materiale, rivendicano pei loro motori i vantaggi seguenti: riduzione di peso, celerità dell'indotto, andamento silenzioso, protezione del motore contro ogni pericolo di polvere, neve, acqua; sostituzione facile e rapida dei pezzi essenziali. Tutto ciò può essere facilmente verificato, e l'esame particolareggiato degli organi confermerà quello che la società dice nei suoi opuscoli.

Il peso della ricevitrice non è infatti che di 850 kg.; la velocità degli indotti che nel primo modello di elettromotori era di 1450 giri, nell'ultimo modello venne ridotta a 450 giri; gli ingranaggi pescano nell'olio dentro scatole ben chiuse; l'intiera macchina è chiusa in modo che la polvere o le immondezze della strada non possano penetrarvi; essa si apre come una scatola in cui si può introdurre o cambiare quel pezzo che si vuole. Gli schemi e le figure seguenti mostrano tali varie disposizioni.

Fig. 12 — *Modo di sospensione del motore elettrico.*

Abbiamo detto che ogni vettura riposa su due assi indipendenti; cioè ogni coppia di ruote è separatamente collegata al telaio della vettura, senza connessione diretta con la seconda coppia. Ciascun motore è infatti sostenuto (come vedesi nella fig. 12) da una parte dall'asse, dall'altra da una molla compensatrice attaccata al telaio. Ne risulta una grande dolcezza di movimenti nello spostamento. I due motori sono disposti in serie parallela, e ciascuno muove un asse, ciò che permette di utilizzare l'aderenza di ciascun asse; perciò se le ruote di un asse strisciano per una causa qualunque, il secondo motore è sempre sufficiente per spostare la vettura. Tale strisciamento proviene spesso da una cattiva ripartizione nel carico dei viaggiatori: vi sono per questa disuguaglianza di ripartizione diverse cause che non si possono prevedere, ma che appariscono nel calcolo del lavoro speso in pura perdita.

Una di quesre cause si è che quando un vento forte, come il maestrale, uno dei flagelli delle provincie del mezzogiorno, sferza i viaggiatori in piena faccia, questi si ammassano sulla piattaforma posteriore; un'altra causa risiede nella sensazione di vertigine provata da varie persone. Coloro che hanno avuto occasione di trovarsi sopra una locomotiva di servizio, che corra a ritroso a tutta velocità, hanno potuto osservare che la via sembra precipitarsi verso la macchina e che si prova una sensazione di spinta verso il vuoto indefinibile, ma forte, che l'abitudine fa superare facilmente. Anche alla velocità moderata della tramvia elettrica, taluni viaggiatori rifuggono per tale ra-

gione dall'andare sulla piattaforma davanti, e si ammassano su quella di dietro. Dato il considerevole aggetto di ogni piattaforma (3 metri), e la poca distanza fra gli assi, si rialza la parte anteriore della vettura, e l'asse corrispondente striscia. Come si vede, vi sono migliaia di nonnulla, apparentemente incalcolabili, che finiscono coll'acquistare importanza.

Per tali motivi saggiamente previsti, gli ingegneri della Società hanno preferito di non montare i motori in tensione, poichè se l'uno degli assi striscia, la forza elettromotrice inversa del motore di quest'asse diminuirà fortemente l'intensità del circuito elettrico della vettura; il secondo motore sarà paralizzato parzialmente, e lo spostamento se non sarà impossibile, diverrà difficilissimo. Vedremo in seguito quale influenza importante e nefasta abbiano gli spostamenti sulla linea di Marsiglia-San Luigi.

Le ricevitrici sono rilegate coi due capi del circuito, cioè col filo aereo e con la rete delle rotaie; da un lato per mezzo del *trolley,* e dall'altro per mezzo del telaio metallico della vettura, le cui ruote dànno un contatto permanente con la terra. Questa trasmissione non avviene senza che vi siano di quando in quando delle brillanti scintille o sprazzi di luce alla puleggia del *trolley* o presso alle ruote, che sembrano seminare delle file di topazi; ma i cavalli che si spaventavano ostinatamente durante le prove delle tramvie a vapore, sembrano poco turbati dalle vetture elettriche. È questa una cosa da tenere a calcolo nelle vie molto frequentate.

Elettromotori dell'antico modello. — Le prime ricevitrici, di una forza di 13 cavalli ciascuna, le quali potevano per conseguenza sviluppare la potenza di cavalli 25,9 indicati dal calcolo, movevano gli assi per mezzo di una ruota elicoidale callettata su di essi e di una vite senza fine a doppia impanatura situata lungo l'asse dell'indotto (fig. 13). La ruota elicoidale, era chiusa in una scatola ripiena d'olio. Questi motori erano a due poli, con una velocità massima di 1450 giri al minuto. Il rapporto di velocità fra l'indotto e l'asse era 14:1. La massima velocità calcolavasi di 20 km. circa per ora. Durante un periodo di più mesi questi motori hanno funzionato bene, dando degli spostamenti dolcissimi e potenti nel tempo stesso.

Fig. 13 — *Motore antico modello.*

Il rendimento meccanico prima delle prove era stato calcolato col 65 %; dopo qualche tempo di funzionamento raggiunse il 75 %; risultato da attribuirsi a una diminuzione d'attrito, in seguito a conveniente logoramento degli organi.

Per le ragioni già dette, le prime ricevitrici sono state sostituite da macchine un po' più forti.

Nuovi elettromotori. — Questi hanno una potenza di 17 cavalli, con una velocità di 450 giri al minuto; sono a 4 poli. Le masse polari formano come una scatola in due pezzi, che s'apre a cerniera dalla parte superiore, per permettere di collocare o di togliere le bobine eccitatrici o gli indotti.

Le ruote d'ingranaggio stanno rinchiuse entro casse di ghisa; le figure 12 e 14 rappresentano abbastanza chiaramente il modo di sospensione di un motore, e lo stesso motore in posizione di servizio e di riposo, perchè vi sia bisogno di una descrizione.

In questi nuovi elettromotori l'attacco sull'asse si fa per ingranaggio semplice con un rocchetto di bronzo d'alluminio. Segnaliamo volentieri questo tentativo d'impiego

dei nuovi bronzi, che a giudicarne dalle prove, sembrano destinati a serie applicazioni. Il rapporto della velocità è di 1 : 5. Il rendimento ha sorpreso un poco perchè è molto elevato; ordinariamente è dell'83.5 °|₀, e può raggiungere l'87 °|₀. Il peso è circa 890 chilogrammi. A prova fatta uno solo dei motori può assicurare il servizio, senza che vi sia da temere un riscaldamento pericoloso.

Fig. 14. — *Motore elettrico nuovo modello.*

Si è avuta cura di preservare per quanto è possibile le ricevitrici dalle polveri o immondezze della via, rinchiudendo, come si è detto, tutti gli organi in una specie di scatola. Tuttavia la chiusura non è ermetica, e le aperture pel passaggio delle spazzole servono a ventilare la macchina.

L'angolo di callettatura delle spazzole è nullo, potendo le ricevitrici girare nei due sensi, poichè ad ogni estremità della linea cambia il verso con cui ogni vettura la percorre. Queste spazzole sono di carbone di storta; si consumano poco, e non rovinano il collettore.

Le spire degli indotti sono collocate entro scanalature incavate nel nucleo metallico; esse sono ricoperte di una lamina isolante, e si trovano così al riparo dei corpi estranei che potrebbero introdursi nell'intraferro, che del resto è piccolissimo.

Nella istallazione elettrica delle vetture dobbiamo ancora notare qualche particolare che, quantunque di ordine secondario, ha una certa importanza: intendiamo parlare degli interruttori e dei reostati, o graduatori, situati a portata del *wattman*. I primi gli permettono d'interrompere ogni comunicazione con la linea durante le lunghe fermate; gli altri gli dànno la facilità di graduare l'ammissione della corrente nella messa in moto.

Fig. 15 - *Reostata graduatore.*

L'interruttore sta al disopra del *wattman*, sotto il tetto di lamiera che ricopre la piattaforma; all'estremità della linea il *wattman* interrompe il circuito durante la manovra del *trolley*, e lo richiude prima di partire.

Il reostata graduatore è formato da cinque sezioni in lamine di argentana; esso è rappresentato dalla fig. 15. Il *wattman* lo manovra per mezzo di una leva verticale che afferra con la mano sinistra, mentre con la destra manovra la manovella del freno ordinario. Si comprende facilmente lo scopo di tale resistenza, che è quello di evitare una intensità di corrente eccessiva negli spostamenti, e di proteggere i fili degli indotti da queste scosse nocive.

Nel reostata graduatore è stato avvolto sopra una certa lunghezza dell'asse il cavo del circuito della vettura, per provocare la formazione di un vortice magnetico che soffia via le scintille, allo scopo di prevenire i corti circuiti dovuti alla conduttività

della scintilla degli archi di rottura. Sul circuito fra il *trolley* e gli elettromotori trovasi anche una scatola con due piombi di sicurezza.

Per finirla con l'impianto elettrico delle vetture, aggiungiamo che ognuna di esse è illuminata con cinque lampade a incandescenza da 16 candele, poste in serie sui due poli della linea. Tre di esse rischiarano l'interno del veicolo; ciascuna delle due altre, munita di un forte riflettore, sta fissata al tetto della piattaforma. La proiezione di luce è forte abbastanza per rischiarare la strada a 30 metri circa. Perciò la velocità durante il servizio di notte resta press' a poco uguale a quella di giorno, potendosi a tempo vedere gli ostacoli.

(Continua). PAOLO MARCILLAC.

CONFRONTO

FRA I PARAFULMINI MELSENS E GAY-LUSSAC.

I.

È noto, che Melsens (1) studiò un sistema di parafulmini, nel quale si trovano parecchi dettagli di costruzione notevolmente diversi da quelli del parafulmine di Franklin o, come comunemente si chiama, di Gay-Lussac.

Il motto di Melsens: *divide et impera* riassume in certo modo l'entità, lo scopo e l'effetto delle modificazioni introdotte nel nuovo parafulmine. Fu aumentato il numero delle punte, anzi a punte uniche ne furono sostituiti addirittura dei fasci; al conduttore unico vennero sostituiti numerosi fili a piccola sezione disposti in modo da formare una rete metallica avviluppante l'edificio da proteggere: le aste furono ridotte a piccolissima altezza od eliminate del tutto. Il sistema perciò si avvicina alla forma di una cassa metallica, la quale viene posta in buona comunicazione col suolo e colle parti metalliche dell'edificio.

Melsens ha adottate tali disposizioni basandosi: 1° sul dubbio che si possa attribuire un valore reale alla zona di protezione; 2° sulla piccola influenza che dovrebbe avere una maggiore o minore altezza dell'asta, quando si considerino la distanza e la estensione delle nubi temporalesche; 3° sulla considerazione che il fulmine in molti casi non colpisce un punto solo, ma si ramifica o si spande a forma di pennacchio. Perciò nel suo sistema si scorge la tendenza di impedire, che avvengano scariche disruptive coll'aumentare più che sia possibile l'azione preventiva del parafulmine per mezzo di un numero grandissimo di punte; nel medesimo tempo si cerca di mettersi al sicuro contro le scariche disruptive col suddividere in numerosi filamenti il condutture, affinchè esse possano colpire se non le punte, almeno il conduttore che si incontra ovunque sulla superficie esterna dell'edificio. Con tali disposizioni tutto l'assieme del conduttore ed il materiale metallico dell'edificio contribuiscono a condurre al suolo la scarica molto ramificata, qualunque sia il punto colpito, ed il pericolo di scariche laterali è tolto quasi completamente.

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2ª ser., t. XX, 1865, p. 15 e *Comptes Rendus*, t. LXI, 1865, p. 84.

Il nuovo sistema di parafulmini venne posto nel 1865 sul palazzo municipale di Bruxelles (1), e d'allora Melsens cercò di divulgarlo, facendone con frequenti note (2) rilevare i pregi, sia dal lato economico, che dal lato della sicurezza. Con tutto ciò esso rimase confinato nel Belgio, ove pure trovò ostacoli al suo sviluppo.

Nel 1880 il Ministero della guerra francese (3) volle conoscere il parere dell'Accademia di Parigi sul parafulmine Melsens. Questa rispose alla domanda solo dopo un anno, il 14 febbraio 1881, ed il rapporto accademico fu letto ed approvato in Comitato segreto, perchè le conclusioni, alle quali essa era arrivata (e che furono rese note solo posteriormente (4) da Melsens stesso) non erano favorevoli allo scienziato belga.

Al Congresso degli elettricisti, che ebbe luogo a Parigi nell'estate 1881, Melsens espose, in una conferenza, l'utilità e la convenienza economica del suo sistema (5), ed in quell'occasione parecchi scienziati espressero fiducia nel parafulmine fino allora in generale combattuto o sconosciuto. Da quel momento, si può dire, incominciò per esso una nuova era: Neesen (6), Valerius, Mach, Larroque (7) ed altri, con conferenze, con esperienze e colla teoria ne mostrarono i vantaggi, specialmente quando si fosse trattato di difendere da fulminazione edifici contenenti sostanze infiammabili ed esplosive.

Ma si deve sovratutto alle esperienze e conferenze di O. Lodge, se questo sistema è diventato, dirò così, popolare e se oggi è da molti accettato e ritenuto migliore del sistema di Gay Lussac. Le esperienze di Lodge (8), che dimostrano la facilità con cui hanno luogo le scariche laterali, e determinano la probabilità con cui vengono colpiti conduttori terminanti in punta o sfera, e le conclusioni pratiche alle quali egli è pervenuto per la costruzione dei parafulmini, sono state anche tra noi divulgate mediante riassunti (9) e talora anche controllate e confermate da nuove esperienze (10).

Mi riservo di mostrare più avanti, in che misura esse avrebbero dovuto contribuire allo sviluppo del sistema Melsens.

II.

Esaminata così brevemente la storia del parafulmine Melsens, cerchiamo di stabilire in che cosa esso differisca da quello di Gay-Lussac.

Studiando attentamente la descrizione del parafulmine collocato sul palazzo di Città di Bruxelles e le istruzioni dell'Accademia di Parigi ed in particolar modo le appendici aggiunte da Pouillet (11), si rimane meravigliati al vedere quanto accordo esiste tra i due sistemi, quantunque i concetti fondamentali siano molto diversi.

(1) *Paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples*, Bruxelles, 1877.

(2) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, XXXVIII, p. 420; XXXIX, p. 831; XLVI, p. 43 e 381.
Comptes Rendus, LXXIV, p. 1300; LXXX, p. 1584; LXXXVI, p. 1328; LXXXVIII, p. 697; XCII, p. 536; XCV, p. 128.
Lumière électrique, III, p. 232; VII, p. 142.

(3) *Comptes Rendus*, XC, 1880, p. 124.

(4) *Notes et Commentaires sur les paratonnerres*, Bruxelles, 1881.

(5) *Lumière électrique*, VIII, 1883, p. 148.

(6) *Elektrotechnische Zeitschrift*, II, 1881, p. 446, 462, 490.

(7) *Lumière électrique* XI, p. 175; XII, p. 104; XIV, p. 172.

(8) *Lightning Conductors and lightning Guards*, London, 1892.

(9) PESCETTO F. *Note sur l'établissement des paratonnerres*, Bulletin de l'Institut electrotechnique de Montefiore, 1891; Id. *Sui parafulmini*, Rivista d'Artiglieria e Genio, 1893; FOLGHERAITER, *Sulla forma dei conduttori aerei dei parafulmini*, « Elettricista, » vol. 2°, 1893.

(10) MURANI O. *Parafulmini*, Milano, 1893; CANESTRINI E. *A proposito delle esperienze di O. Lodge*, « Atti Soc. Veneto-Trentina di Scienze naturali, » serie II, vol. 1°, 1893.

(11) *Instruction sur les paratonnerres*, 2e partie, Paris, 1874.

Di fatto, ambedue i sistemi ammettono la necessità assoluta di buone terre e del legame metallico fra il conduttore e le parti metalliche dell'edificio, in modo da costituire sempre circuiti chiusi.

È ammessa pure da ambedue i sistemi l'efficacia dell'azione preventiva delle punte, ma in misura assai diversa; giacchè mentre Melsens pone grande fiducia nel suo sistema specialmente per l'efficacia dell'azione preventiva, e cerca di stabilire punte ovunque ed in gran numero, Pouillet invece, pure ammettendo tale azione, ne cura poco l'effetto e dà alla punta una forma conica con un angolo d'apertura abbastanza grande, affinchè essa resista meglio alla fusione piuttosto che contribuisca a neutralizzare con maggior facilità l'elettricità delle nubi. Ma è da notare però, che negli ultimi tempi questa differenza tra i due sistemi è andata scomparendo, ed ora si muniscono comunemente le aste di Gay-Lussac non di punte uniche, ma di fasci per lo più di sette od otto punte.

Anche la forma singolare data da Melsens al conduttore aereo non costituisce una caratteristica del suo sistema; giacchè se si congiungono al conduttore del parafulmine le grondaie, i canali di scolo dell'acqua piovana e le altre parti metalliche dell'edificio, secondo le istruzioni date da Pouillet, si rinchiude l'edificio in una gabbia metallica colle gretole bensì meno fitte che nel sistema Melsens, ma egualmente efficaci, come lo dimostrano le statistiche. Anzi, volendo eseguire con rigore quanto le dette istruzioni prescrivono (1), non solo tutto l'edificio verrebbe circondato da una gabbia metallica, ma i singoli piani tra loro ed i singoli ambienti di ogni piano diverrebbero altrettante gabbie metalliche. I vantaggi quindi che derivano dal suddividere la scarica fra molti conduttori, non costituiscono un pregio del sistema Melsens, come oggi da molti si crede, ma sono comuni ai due sistemi.

È vero però che Melsens e Pouillet sono arrivati allo stesso risultato circa la forma così ramificata del conduttore aereo partendo da concetti affatto diversi. Pouillet ha considerato la questione del collegamento delle parti metalliche fra loro e col conduttore aereo unicamente sotto il punto di vista elettrostatico, ed aveva piena fiducia, che la scarica si propagasse nel conduttore secondo la legge di Ohm, e che quindi gli inconvenienti prodotti dalle scariche elettriche dipendessero dall'insufficienza della sezione del conduttore aereo. Melsens invece riteneva che per scariche istantanee non avesse alcuna influenza la resistenza del metallo, che la legge di Ohm non fosse più applicabile, e che gli inconvenienti prodotti dal fulmine non fossero dovuti all'insufficienza della sezione, ma all'insufficienza della superficie del conduttore. Dagli studi sperimentali e teorici oggi è con sicurezza deciso, che Melsens stava nel vero.

Si comprende poi facilmente come abbiano importanza secondaria la forma e sezione del conduttore e la natura del metallo adoperato, qualora ben inteso si costruiscano i parafulmini su edifici moderni contenenti grandi masse metalliche, che vengono messe in contatto metallico col conduttore aereo, e che costituiscono così gran parte di esso aumentandone enormemente la sezione e superficie (2).

L'unica differenza caratteristica tra i due sistemi sta nell'altezza delle punte al di sopra dell'edificio. Melsens ha abolito le aste alte o le ha scelte molto corte perchè non avea grande fiducia in una zona di protezione, e la stimava assai picccola; e per questo, come abbiamo visto ha suddiviso in un gran numero di fili il suo conduttore

(1) *Instruction sur les paratonnerres*, p. 86.

(2) In mancanza di masse metalliche che contribuiscano ad aumentare la sezione del conduttore, è d'uopo suddividere questo in molti filamenti per evitare le scariche laterali; vedi a proposito la mia nota già citata *Sulla forma dei conduttori aerei.*

e l'ha sparpagliato sulla superficie esterna dell'edificio per avvicinarsi al concetto della cassa metallica. Nel secondo sistema invece si ammette una zona di difesa abbastanza grande, e vengono collocate le punte su aste alte in media dai 3 ai 5 metri al di sopra del tetto e distanti tra loro quanto occorre, affinchè tutto l'edificio sia compreso nella zona di protezione.

III.

Si domanda ora: quale dei due sistemi è migliore? dobbiamo o no avere fiducia in una zona di protezione del parafulmine?

Prima di rispondere a queste due domande è necessario stabilire ciò che si debba intendere per zona di protezione. Ad onta della presenza del parafulmine un edificio e le persone che lo abitano, possono soffrire dei danni per due cause diverse:

1° per effetto di scariche laterali fra il conduttore aereo e le masse conduttrici, che non sono legate ad esso, o non formano con esso circuito chiuso;

2° per effetto di fulminazione diretta su masse conduttrici poste entro o fuori dell'edificio siano esse o no legate al conduttore aereo.

Ben si comprende che le scariche laterali sono dovute all'ostruzione del conduttore aereo, mentre la fulminazione diretta di una massa conduttrice dipende dall'estensione della zona di protezione, che così resta definita come lo spazio, entro il quale, per la presenza del parafulmine, nessun oggetto può essere colpito da fulminazione diretta. Queste due diverse specie di scariche possono aver luogo contemporaneamente e sommare i loro disastrosi effetti, ma non si devono assolutamente confondere, perchè non hanno alcuna relazione tra loro. Vengono impedite le scariche laterali col diminuire il più che sia possibile l'autoinduzione nel conduttore aereo: ed in ambedue i sistemi presi in esame il pericolo di tali scariche è assai piccolo per la forma molto ramificata e per la grande superficie del conduttore aereo. La fulminazione diretta invece viene impedita coll'aumentare l'azione protettrice del parafulmine; ed è appunto nel diverso modo di ottenere questa protezione che differiscono i due sistemi di Gay-Lussac e di Melsens.

Eliminata così la questione delle scariche laterali è facile compito il decidere, se esista o no una zona di protezione, e se sull'estensione di essa abbia un'azione l'altezza delle punte al di sopra degli edifici.

Le esperienze del Lodge, già citate, ci danno in proposito degli utilissimi ammaestramenti, che è bene riassumere brevemente: Quando ha luogo tra nube e suolo una *scarica statica* (i due conduttori vanno aumentando gradatamente il loro potenziale, e l'aria interposta viene polarizzata), *la punta protegge sempre altri conduttori anche se più vicini alla nube*. La polarizzazione dell'aria posta tra la nube ed il parafulmine prepara la via alle scariche disruptive non evitate dall'azione preventiva delle punte. Ciò significa che *esiste una zona di protezione*, entro la quale conduttori posti anche ad eguale altezza delle punte vengono perfettamente preservati.

Quando ha luogo tra nube e suolo una *scarica impulsiva* (tra i due conduttori si stabilisce una grande differenza di potenziale tanto rapidamente, che l'aria non può polarizzarsi), *a parità di altezza conduttori terminanti in punta o sfera vengono colpiti indifferentemente, purchè siano in buona comunicazione colla terra; solo gli oggetti i più elevati ed i migliori conduttori sono colpiti senza distinzione di sfere o di punte*. Vuol dire cioè che un'asta di Gay-Lussac anche terminante in sfera proteggerebbe il fascio di punte di Melsens, avendo *in questo caso efficacia la conducibilità e l'altezza al di sopra degli altri oggetti e non la forma dell'estremità superiore del conduttore*.

Anche quando ha luogo una scarica impulsiva possiamo quindi preservare un edificio coll'innalzare al di sopra di esso dei parafulmini abbastanza alti, affinchè gli altri oggetti rimangano a minore distanza dalla nube. Anche in questo caso vi sarà attorno all'asta del parafulmine un certo spazio, entro il quale nessun oggetto potrà essere colpito direttamente da una scarica.

I risultati delle esperienze di Lodge conducono logicamente ad ammettere una zona di protezione e ad adottare aste lunghe. Lodge stesso al contrario ha tirato delle conseguenze affatto opposte: egli nega l'esistenza di una zona di protezione e dà l'ostracismo alle aste alte di Gay-Lussac. Fino ad un certo punto si arriva a comprendere che egli non ammetta una zona di protezione, perchè ad essa ha unito la questione delle scariche laterali, ed ha forse messo a confronto il sistema Melsens col primitivo parafulmine di Franklin senza tenere conto delle trasformazioni, che questo ha subite per aumentare l'azione preventiva e per togliere il pericolo di scariche laterali. Ma non si capisce in alcun modo perchè egli abbia abbandonate le aste alte, mentre ne ha dimostrato assai nettamente il vantaggio e talvolta pure la necessità. È vero però che Lodge non tiene troppo alle conclusioni da lui dedotte dalle sue esperienze per la costruzione dei parafulmini, e lascia facoltà agli architetti ed elettrotecnici di portarvi le modificazioni, che credono utili nella pratica.

Resta pure inesplicabile perchè vari fisici che si sono occupati della questione, abbiano accettate senza discussione le conclusioni di Lodge, ed abbiano conseguentemente adottato il sistema delle aste basse di Melsens, che nel caso di scariche impulsive non presentano una probabilità di essere colpite maggiore di qualsiasi altra parte conduttrice dell'edificio compreso l'uomo stesso.

IV.

Dal confronto fra i due sistemi di parafulmini risulta:

1° Ambedue i sistemi, come oggi sono costruiti, hanno grande azione preventiva;

2° Ambedue i sistemi sia colla ramificazione del conduttore aereo, sia col legame delle parti metalliche, possono impedire le scariche laterali;

3° Il sistema Gay-Lussac è migliore del sistema Melsens, inquantochè coll'elevare la punta ad una discreta altezza al di sopra dell'edificio stabilisce una zona di protezione, entro la quale gli altri conduttori sono difesi da fulminazione diretta.

Le dimensioni di questa zona non possono venire determinate che dallo studio di casi di fulminazione su edifici muniti di parafulmini ben costruiti.

G. Folgheraiter.

SISTEMA TELEGRAFICO BAUDOT

A TRASMISSIONE ACCELERATA.

Il sistema multipo Baudot, che sempre più va acquistando importanza nella corrispondenza telegrafica, non solo può servire nei circuiti diretti e in quelli semidiretti, ma si presta anche per effettuare otto trasmissioni con un impianto quadruplo quando si abbia disponibile un secondo filo di linea. Lo stesso materiale di pile e gli stessi apparati sono sufficienti per tale scopo, sopprimendo bene inteso il *controllo* delle trasmissioni; si comprende però che occorre duplicare il personale di esercizio.

Alle volte pur avendo disponibile un secondo filo, avviene che negli uffici vi sia deficienza di personale per cui bisogna rinunciare alla ottupla, mentre il lavoro richiederebbe una maggiore celerità nella corrispondenza. Ho pensato perciò ad una disposizione che permette ad ogni operatore di accelerare la propria trasmissione esercitando la ottupla in quadrupla colla massima velocità comportabile dai traduttori e dagli operatori.

A tale effetto, ogni tastiera comunica contemporaneamente con due settori opposti del distributore ed ogni traduttore similmente è collegato con due settori opposti di ricevimento.

Ogni impiegato ha perciò due settori a sua disposizione e trasmette o riceve due lettere invece di una per ogni giro del distributore. Facendo sì che questo compia 105 giri al minuto, mentre i traduttori ne compiono 210, si hanno altrettante lettere per ogni operatore invece di 165, cioè un rendimento nominale di 360 telegrammi all'ora, di 20 parole ciascuno, invece di 280.

Desta una certa impressione il paragone che involontariamente si fa tra la piccola velocità di rotazione degli sfregatori e quella dei traduttori, poichè mentre i primi girano lentamente, questi invece accelerano il loro movimento di tanto che gli operatori hanno battezzato questa disposizione col nome di *quadrupla alla bersagliera.*

Una cosa importante si è che per la lentezza della rotazione degli sfregatori, a confronto della velocità ordinaria, le correnti inviate sulle linee sono proporzionalmente più lunghe, cosicchè è stato possibile di corrispondere in tal modo anche tra Napoli e Milano, cioè su una linea di oltre 1000 chilometri, con ottimi risultati.

Z. Ferranti.

GLI IMPIANTI ELETTRICI DELL'ESPOSIZIONE DI CHICAGO

(Continuazione e fine vedi pag. 16).

Trasmissione di forza. — I numerosi servizi dell'Esposizione che richiedono forza motrice sono quasi esclusivamente ottenuti colla trasmissione elettrica, e più specialmente mediante generatori a corrente continua a 500-550 volt delle case Eddy, Mather, National Co., Wood, ecc., costrutti sul tipo normale adottato nella gran maggioranza delle stazioni di tramvie elettriche così frequenti nelle città degli Stati Uniti.

La *General Electric Co.*, questa colossale società che comprende una gran parte delle più famose fabbriche di macchinari elettrici, ha fornito sui medesimi tipi tutte le macchine ricevitrici per i tre mila circa cavalli di forza usati dalla Compagnia dell'Esposizione, eccettuati due di 150 cav. ciascuno provvisti dalla casa Westinghouse.

Le medesime case costruttrici non si sono però astenute dal presentare per loro conto esempi pratici dei più recenti sistemi di trasmissione di forza, applicabili essenzialmente alle grandi distanze. Così, a lato della trasmissione bifase-Westinghouse colle macchine caratteristiche di cui si è fatto cenno, la *General Electric Co.* presenta un completo impianto sul sistema trifase utilizzando la forza trasmessa a far funzionare pompe di ogni forma e dimensione, ventilatori, perforatrici, argani, locomotive, cioè una completa serie di macchine per cave e miniere sui tipi Edison e Thomson-Houston, che formano uno dei rami meglio sviluppati dell'industria di quella Società e che in buona parte avevano già figurato alla Esposizione di Francoforte sebbene con minor abbondanza di materiali.

Anche qui, come già a Francoforte figurano in azione i motori sincroni a corrente alternata, i motori trasformatori che dànno corrente continua ricevendo corrente bifase o trifase, i trasformatori semplici per riduzione od aumento di potenziali, dimodochè senza uscire dall'esposizione si hanno impianti completi con tutte le caratteristiche che sarebbero richieste per trasmissioni a grande distanza.

La *General Electric Co.* ha poi ancora sfoggiato la enorme potenzialità delle sue officine presentando una tramvia elettrica nel recinto dell'esposizione, con una stazione generatrice di 5000 cavalli dove impone per la sua mole una dinamo di 2000 cav., forse la più grande finora costrutta. Il sistema di trasmissione qui è a corrente continua trasmessa ai motori delle vetture per mezzo di una terza rotaia isolata in cui corrono le spazzole raccoglitrici, disposizione giustificata dalla circostanza che la tramvia corre sopra una elevata incastellatura di legno, a parecchi metri dal suolo.

Conduttori. — La parte dell'impianto elettrico che non è visibile al pubblico non è così meno interessante nè inferiore per grandiosità al macchinario che l'alimenta o che ne è alimentato. Il sistema adottato per le condutture rende il miglior omaggio allo spirito pratico ed alla abbondanza di mezzi che hanno informato tutto l'impianto.

Fatte poche eccezioni per diramazioni in circostanze speciali, i conduttori sono esclusivamente sotteranei, e prendono origine da una galleria centrate di circa 4 metri di larghezza e 3 metri di altezza, che percorre tutto lo spazio occupato dalle macchine generatrici raccogliendone le correnti in circa trecento conduttori.

Altre gallerie, sempre sotterranee, e successivamente di minori dimensioni, costrutte egualmente colla massima cura e protette dalle infiltrazioni delle acque, si diramano da quell'arteria principale per i servizi dei diversi padiglioni, giardini e piazzali, rimanendo in gran parte praticabili al personale di servizio ed illuminate elettricamente per facilitare l'esame dei conduttori ed eseguire i lavori che potessero occorrere.

Nella galleria principale i conduttori sono tenuti completamente separati come nelle installazioni aeree mediante quattro serie di ritti in ferro, con traverse di rovere su cui trovano posto gli isolatori. Altre gallerie con minor numero di conduttori hanno due od una sola serie di ritti, e finalmente per le minori derivazioni si adottano tubi di cemento o di ferro, cassette di legno e persino il semplice interramento con protezione dell'armatura di ferro e iuta.

Tutta questa infinita serie di conduttori, (molte centinaia di chilometri) ha un isolamento di gomma molto consistente, protetto secondo i casi con tubo di piombo o coperture tessili, avuto riguardo all'alta tensione della maggior parte delle correnti che li percorrono; ed è giusto riconoscere che sia la perdita di corrente, sia le disgrazie accidentali furono con tali sistemi quasi completamente evitate.

I canali che per le loro dimensioni non permettono il passaggio al personale di servizio hanno, come di consueto, frequenti camere di osservazione ben protette dalle intemperie; e per l'acqua che eventualmente vi potesse penetrare o formarvisi per condensazione si pensò di munirli di tale pendenza ch'essa si raccoglie in uno o più pozzetti alle estremità donde la si estrae con pompe.

In complesso una distribuzione modello, che rappresenta un lavoro ed un capitale ingentissimi e che sfugge quasi completamente all'occhio del visitatore che non se ne interessa di proposito. Tanto più ammirevoli quando si pensi che fu quasi improvvisata negli ultimi tempi che precedettero l'apertura dell'Esposizione, e che è di gran lunga superiore a molte distribuzioni delle nostre grandi città.

Le *stazioni di trasformatori* collocate a volta a volta o nei sotterranei degli edifizi od in prossimità di quelli che di sotterranei sono privi, in semplici nicchie murali, o

in fosse scavate nel terreno e protette da un coperchio, sono per loro natura semplicissime, come suggeriva la loro provvisorietà e la condizione di non essere esposti al pubblico. Gli arrivi del circuito primario, le partenze di uno o più secondari, e le rispettive valvole di sicurezza e interruttori sono disposti sopra un grosso cartone di amianto che, sostituendo per l'occasione le grandiose lastre di marmo, rappresenta il più comodo e sicuro riparo contro l'incendio che le scintille potrebbero provocare.

L'*impianto telefonico* dovendo funzionare in un ambiente così bizzarramente e intensamente elettrizzato richiedeva cure speciali. Infatti tutti i circuiti furono completamente metallici, senza ritorni a terra, e di filo isolato, talchè gli effetti di induzione erano praticamente inavvertiti.

Le *ditte europee* non figurarono all'Esposizione di Chicago con quello slancio e nel numero che si sarebbe potuto sperare. Il materiale della Casa Ganz e C. non era presentato affatto. La Casa Schuckert non si è presentata che coi suoi splendidi fari proiettori (di cui uno supera in dimensioni quanto si è costrutto finora nel genere), facendoli funzionare colla corrente di una bellissima dinamo dei fratelli Siemens di Londra.

I signori Siemens e Halske si staccarono completamente dai sistemi prevalenti negli Stati Uniti presentando in funzione tra l'altro un considerevole impianto con distribuzione a cinque fili e gli eguagliatori di tensione nel centro; pieno di interesse come esempio pratico di quanto può ottenersi nelle illuminazioni delle piccole città.

Molte altre primarie case europee si limitarono a presentarsi con qualche macchina di piccola mole, non sempre in funzione, e talvolta con semplici modelli, aiutando quasi per tal modo a ingigantire l'impressione delle grandiose mostre americane.

* * *

Tutte le singole parti degli impianti accennati e molti dei materiali presentati meriterebbero una speciale illustrazione che ne mettesse in rilievo i caratteri essenziali quasi sempre degni di nota. Le svariatissime forme di dinamo presentate, gli strumenti di misura perfettissimi del Weston, i contatori Shallenberger e Thomson, gli strumenti industriali Westinghouse, le grandi macchine per la forgia e saldatura elettrica della *Thomson Electric Welding Co.*, il numero straordinario di misuratori di varî sistemi, il telautografo Gray, le differenti modificazioni delle lampade ad arco, richiederebbero disegni illustrativi e descrizioni accurate.

Degna di nota l'innovazione dell'Edison introdotta in alcune sue dinamo che hanno il collettore piano, sopra una superficie anulare normale all'albero dell'indotto.

L'esperienza darà presto il suo giudizio su questa novità, e non è improbabile che venga confermata la sua efficacia nel semplificare la costruzione di questa parte essenziale della macchina.

Nelle applicazioni dei motori elettrici ai veicoli si propende al nuovo sistema di calettare direttamente il motore sull'asse delle ruote, costruendolo con norme adeguate alla piccola velocità che comporta la sua destinazione; ed anche qui l'applicazione ha dato luogo a nuovi organi di unione, tra cui un ingegnoso giunto elastico per lasciare libera l'azione delle molle del veicolo senza compromettere il motore.

Non ultima delle attrattative erano le frequenti occasioni di assistere ad esperimenti e conferenze sui nuovi studi di quei rinomati pionieri delle industrie elettriche. Il pubblico si appassionava a quelle grandiose manifestazioni delle maggiori Case industriali americane, gareggianti a dimostrare con appariscenti esperienze le conquiste fatte nella loro lotta costante contro l'ignoto, come ad uno spettacolo che gli confermava la fiducia nella propria iniziativa e l'ammirazione di tutti.

Ing. E. Silvano.

ENRICO HERTZ.

Il 1° gennaio 1894 segna una data funesta negli annali della scienza. In quel giorno moriva a soli 36 anni Enrico Hertz, dopo di avere sopportato con rassegnazione eroica una terribile malattia. Come gli deve esser parso crudele il suo destino, mentre il mondo scientifico si riempiva della sua fama — ed a quell'età in cui altri esce appena dalla giovinezza!

Nato nel 1857 in Amburgo egli coltivò dapprima studi di ingegneria per poi dedicarsi interamente alla fisica sotto maestri come Helmholtz e Kirchhoff. Laureatosi nel 1880, Helmholtz lo volle suo assistente; nel 1885 era già professore ordinario di fisica nel politecnico di Karlsruhe e nel 1889 veniva chiamato a succedere al grande Clausius nella cattedra di fisica all'Università di Bonn.

Egli lascia degli studi sull'elasticità, tra cui notevole un tentativo di dare una definizione assoluta alla durezza; inoltre delle ricerche che hanno aperto un nuovo capitolo dell'elettricità, come quelle sull'influenza della luce ultravioletta sulla scarica elettrica; ma il suo nome resterà accanto a quello dei sommi per le sue scoperte meravigliose sulle onde elettriche. A queste fu condotto un po' indirettamente da un problema proposto nel 1879 dall'Accademia delle scienze di Berlino, di stabilire sperimentalmente una relazione tra le forze elettromagnetiche e la polarizzazione dielettrica degli isolanti. E nel 1887 apriva con un lavoro sulle oscillazioni elettriche di brevissima durata, una splendida serie di dodici memorie comparse negli Annali di Wiedemann (raccolte poi in un sol volume) tra il 1887 ed il 1890, in cui provò con esperienze di genio che le azioni elettromagnetiche si propagano con velocità finita. Questa grande questione divinata dal genio di Maxwell fu da lui risolta coll'avere saputo costruire un eccitatore atto a fornire le oscillazioni del periodo voluto ed un mezzo così delicato per svelarle come il suo risuonatore. Così potè mostrare la proprietà di interferire di quelle onde, la loro propagazione rettilinea, la riflessione e rifrazione; compiendo con queste esperienze quella che con frase ardita è stata detta la *sintesi della luce*, risultato che ha immortalato il suo nome.

Vista la fecondità delle ricerche dell'Hertz, un grande numero di fisici si posero sulle sue orme, ma senza aggiungere molto di nuovo; ove si eccettui le ricerche di Sarrasin e de la Rive sulla risonanza multipla, la cui spiegazione plausibile è da cercarsi nel rapido smorzamento delle onde e finalmente quelle di Blondlot che riuscì a determinare direttamente la velocità di propagazione della perturbazione lungo un filo trovando un numero uguale a quello della velocità della luce.

Un uomo della mente dell'Hertz non poteva non esercitare una grande influenza nel suo paese. Mentre per un curioso fenomeno le due nazioni della fisica, la Germania e l'Inghilterra, procedevano (ove si eccettui l'Helmholtz, uomo di carattere universale) quasi indipendenti nei metodi e nelle tendenze; ora l'Hertz ha gettato un ponte atto ad unire i geni delle due nazioni, e negli ultimi anni la teoria elettromagnetica della luce ha vinto molte resistenze in Germania, ove per parte degli allievi del Neumann la teoria meccanica era giunta ad un alto grado di perfezione.

Circa ai suoi rapporti con l'Italia, giova ricordare che le sue ricerche sull'influenza delle radiazioni ultraviolette sulle scariche elettriche fu il punto di partenza di importanti studi del Righi e che le sue memorie sulle equazioni fondamentali dell'elettrodinamica per i corpi in quiete ed in moto diedero origine a lavori dei nostri fisici matematici, come il Volterra ed il Padova, e finalmente quelle sulle onde elettriche a ricerche sperimentali per parte di Garbasso, Salvioni, Righi, Mazzotto, ecc.

I suoi meriti vennero altamente proclamati in Italia colla sua nomina a socio dell'Accademia dei Lincei e col conferimento per parte dell'Accademia delle Scienze di Torino del grande premio Bressa.

La Redazione.

L'UFFICIO TECNICO DEI TELEGRAFI A BERLINO.

L'Amministrazione dei telegrafi tedeschi possiede una importante istituzione scientifica per lo studio di ciò che riguarda la telegrafia e le applicazioni affini dell'eletticità.

Questo « Ufficio tecnico » diretto da ingegneri elettricisti, è incaricato dell'esame degli strumenti di misurazione, degli apparecchi di servizio e di tutte le questioni tecniche relative alla telegrafia.

Importante fra gli altri lavori è il controllo che vi si fa dei cavi telegrafici e telefonici, che in Germania vengono forniti allo Stato, esclusivamente dalla Casa Siemens.

In questi ultimi tre anni furono controllati oltre il materiale interno di 506 ufizi, 347 cavi, di cui 160 telefonici a 28 conduttori.

Questo esame non è, come d'ordinario, un collaudo qualunque, ma un vero e proprio controllo scientifico dal quale fu desunta una importante tavola comparativa della capacità e velocità di trasmissione per diversi sistemi di cavi, avuto riguardo al coefficiente di temperatura dell'involucro isolante ed al numero dei conduttori di ciascun cavo.

Fu esperimentata con successo l'efficacia delle resistenze ad alta self-induzione poste in derivazione sulle linee sottomarine per perfezionarne il funzionamento, essendo così reso più facile l'impiego dei relais, e potendosi di conseguenza raggiungere una maggiore velocità di trasmissione. (1)

In quanto al materiale di servizio l'ufficio tecnico ha trovato modo di migliorare l'andamento dello apparato Hughes in servizio dei cavi e delle lunghe linee sotterranee, includendo all'entrata dell'elettromagnete dell'ufficio che trasmette una resistenza temporanea esente da induzione, e nello stesso tempo intercalando sulla linea una derivazione permanente con induzione.

Per lo studio della propagazione delle correnti sulle linee e negli apparecchi, studio di capitale importanza per il progresso della scienza telegrafica, fu costruito un istrumento, che, misurando le onde elettriche, accoppiato al galvanometro, può determinare la tensione e l'intensità in tutte le fasi.

Queste ricerche che hanno condotto a rilevare con maggior esattezza che per l'addietro il movimento delle correnti nelle linee telegrafiche ed i fenomeni elettrici che si producono nei circuiti e negli apparati telefonici, saranno senza dubbio, feconde di utili e pratici risultati pei due generi di comunicazione.

Giova notare che in Germania la telegrafia e la telefonia procedono di pari passo nei perfezionamenti ogni giorno più sensibili. La ragione di ciò sta, forse, nel fatto che oltre la telegrafia, anche la telefonia ha largo contributo di speciali studi per parte dell'amministrazione dello Stato, cosa che sarebbe desiderabile in Italia, dove lo sviluppo, certo non indifferente, dei sistemi telefonici, si deve esclusivamente alla iniziativa privata, la quale però ben difficilmente potrà superare le difficoltà che si frappongono nelle comunicazioni interurbane.

È evidente che queste difficoltà potrebbero venire di leggieri superate, come lo furono in Germania ed altrove, da una amministrazione fortemente organizzata, qual'è appunto quella dei telegrafi in Italia.

Per le esperienze di cui abbiamo parlato ed in ispecie per quelle relative alla misurazione delle onde elettriche l'ufficio tecnico di Berlino ha fatto costruire una dinamo a correnti alternanti con una velocità di rotazione di 3000 giri al minuto, con la quale si possono produrre delle correnti aventi esattamente la forma sinusoidale a 1200 vibrazioni al secondo.

Oggetto di speciali studi furono le questioni relative ai modi più efficaci per sottrarre le reti di comunicazione all'induzione delle correnti intense le cui istallazioni si fanno sempre più frequenti.

Ultimamente poi fu ideato da quest'ufficio un nuovo ed ingegnoso apparecchio per controllare il numero e la durata delle conversazioni sulle linee telefoniche interurbane.

Infine, fra le molte questioni risolte in prò della telegrafia va notata la felice sostituzione dei 9345 elementi a solfato di rame dell'ufficio telegrafico centrale di Berlino, da due batterie di accumulatori di 80 elementi ciascuno.

Questi accumulatori venivano prima caricati dalla corrente fornita da una stazione d'elettricità. Adesso lo sono dalle stesse pile a solfato di rame. (1)

L'ufficio tecnico di Berlino può ora, per le competenze che lo dirigono e per la sua organizzazione scientifica speciale, dare affidamento all'amministrazione dei telegrafi tedeschi, di importanti migliorie e di perfezionamenti nei due pubblici servizi, in relazione alle odierne cresciute esigenze.

LUIGI LIVIONE.

(1) Non è molto in Inghilterra venne esperimentato un sistema analogo ideato da Godfroy, consistente nell'impiego di un shunt a grande auto-induzione per la telegrafia sui cavi. Simili esperienze furono eseguite su di un cavo di 600 hm. di 4200 ohm e 150 microfarad.

(1) BRACCHI. La carica degli accumulatori con elementi primari al solfato di rame. L'*Elettricista*, 1893, pag. 194.

TRAZIONE ELETTRICA CON ACCUMULATORI.

Tra le applicazioni dell'elettricità che al giorno d'oggi presentano il più grande interesse v'è certo da segnalare quella che si riferisce alla trazione. Per tal motivo noi procureremo di tenere informati i nostri lettori dei vari sistemi che si vanno proponendo e di quelli che via via sono esperimentati.

Riuscirà perciò d'interesse conoscere l'impiego di nuovi accumulatori elettrici per scopo di trazione, adottato a New-York, ove per una recente ordinanza governativa fu proibita la trazione elettrica con fili aerei non solo, ma fu anche imposto che l'immensa quantità di fili telefonici e telegrafici ingombranti le strade fosse collocata sotto suolo.

Gli accumulatori adoprati a New-York formano oggetto di un brevetto speciale, che è stato acquistato per l'Italia dalla Fabbrica nazionale di accumulatori elettrici in Genova: essi sono costituiti da elettrodi di rame e ferro immersi in una soluzione alcalina di zinco.

Dieci vetture, munite ciascuna di due motori elettrici da 20 cavalli, che compiono 500 giri al minuto e trasmettono il movimento alle ruote mediante un solo ingranaggio, funzionano regolarmente da oltre 8 mesi. Ciascuna vettura contiene 144 elementi di accumulatori, i quali possono essere disposti in gruppi diversi per avere variazioni di velocità della vettura.

Il cambio delle batterie si opera in un tempo abbastanza rapido, adoprando opportunamente una gru elettrica, ed esso avviene per ogni tre ore di funzionamento.

Si assicura infine che le spese di esercizio sono di cent. 31.2 per carrozza e per chilometro.

A. B.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Ricerche sui dielettrici, *per* Julien Lefèvre (*).

Dato un campo elettrico prodotto da un solo punto elettrizzato, e collocato in esso un dielettrico a faccie piane e parallele, l'*A.* vuole esaminare come si modifica il valore del potenziale al di là del dielettrico in un punto della perpendicolare abbassata sulle faccie del medesimo dal punto elettrizzato.

Egli si serve a tal fine di una grande bilancia di Coulomb quadrata rivestita internamente di uno strato metallico in comunicazione col suolo. La faccia anteriore è munita di una finestra orizzontale per poter fare le osservazioni, e la sfera che d'ordinario è fissa può scorrere parallelamente a questa finestra, mentre la sfera mobile è portata da un lungo ago sostenuto da un bifilare.

Quando quest'ultimo è senza torsione l'ago è perpendicolare alla finestra ed uno specchietto permette di verificare questa condizione.

La bilancia racchiude anche un compensatore costituito di due sfere o d'una sfera ed un piatto da una parte e dall'altra delle due sfere principali, destinato ad annullare l'azione delle pareti della cassa sull'ago mobile. Questi quattro pezzi possono poi essere messi in comunicazione con uno dei poli di una bobina Ruhmkorff, mentre l'altro polo è a terra.

(*) *Journal de Phys*, 3ª Serie, t. II, Decembre 1893, pag. 561.

Ed ecco come l'A. esperimenta: l'ago mobile essendo a zero, egli interpone fra le due sfere il dielettrico perpendicolarmente alla linea dei centri, quindi carica l'ago mobile ed il compensatore disponendo quest'ultimo in modo da mantenere l'ago a zero; in allora caricando la sfera fissa e portandola a distanze diverse dalla sfera mobile, equilibra in ogni posizione la ripulsione riconducendo l'ago a zero torcendo il bifilare; ripete quindi le stesse esperienze togliendo il dielettrico.

Fatte le debite correzioni, Egli costruisce due curve portando come ascisse le distanze delle sfere e come ordinate le torsioni ottenute con e senza dielettrico, e da queste curve può concludere che l'effetto della lamina isolante è lo stesso come se le due sfere si avvicinassero di una distanza δ, la quale sembra proporzionale allo spessore e e variare colla natura del dielettrico.

Dimodochè si può porre

$$\delta = e . f(k)$$

essendo k la costante dieletrica.

Dalle curve può ricavarsi direttamente δ, quindi si viene a conoscere $f(k)$, i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

Non rimane allora se non che determinare la forma più conveniente da dare a $f(k)$. Egli prova quattro forme diverse.

$$\frac{k-1}{2}\ ;\quad \frac{k-1}{k}\ ;\quad \frac{3}{2}\,\frac{k-1}{k+2}\ ;\quad 2\,\frac{k-1}{k+2}$$

ma vedendo che i quattro valori di k ricavati da esse sono presso a poco d'accordo con i valori di Gordon e di altri sperimentatori, conclude essere impossibile determinare con sicurezza la forma di $f(k)$.

Tuttavia la prima di queste quattro forme sembra dare per una medesima sostanza i valori più concordanti.

TABELLA.

SOSTANZE	e	δ	$f(k)$	k_1	k_2	k_3	k_4
Paraffina bruna	3,54	1,775	0,50	2,00	2,00	2,00	2,00
» bianca.	3,90	2,150	0,55	2,10	2,22	2,15	2,13
Ebanite N. 1	2,72	1,500	0,55	2,10	2,22	2,15	2,13
» » 2.	2,12	1,275	0,60	2,20	2,50	2,33	2,28
Vetro di St. Gobain. . .	1,73	1,200	0.69	2,38	3,22	2,70	2,58
Solfo N. 1.	2,87	1,825	0.63	2,26	2.70	2,44	2,38
» » 2.	4,50	3,000	0,66	2,32	2,94	2,57	2,47
» » 3.	3,60	2,100	0.58	2,16	2,38	2,26	2,22
» (uso da 6 mesi) N. 4	2,46	1.800	0,73	2,46	3,70	2,89	2,72
Essenza di trementina. .	3,00	1.100	0,37	1,74	1,58	1,65	1,68
Solfuro di carbonio . . .	3,00	1.275	0,42	1,84	1,72	1,77	1.79

N. P.

Campione di luce.

A pag. 244 dell'*Elettricista* dello scorso anno nel parlare del *Congresso elettrico internazionale* tenutosi all'Esposizione di Chicago abbiamo detto che riguardo all'*unità di luce* il Congresso stesso non aveva presa alcuna decisione definitiva.

Veniamo ora informati che alla seconda riunione dell'Istituto americano degli ingegneri elettricisti, il prof. Houston ha annunziato la formazione di un Comitato per terminare l'opera lasciata incompiuta dal Congresso di Chicago, specialmente per quanto concerne l'unità pratica d'illuminazione.

Questa Commissione si compone del professore Ch. B. Cross dell'Istituto tecnologico del Massachusetts, Thomas Edison, D. Louis Duncan dell'Università John Hopkins, prof. F. B. Crokes del Collegio Columbia, prof. Fessenders dell'Università dell'Ovest di Pensilvania.

Speriamo che questi uomini eminenti nelle scienze fisiche e nelle applicazioni elettriche riescano a trovare un campione veramente pratico di facile impiego, e mettano così fine alle enormità che si sentono tutti i giorni a proposito delle intensità delle varie sorgenti luminose.

F. Z.

Lo smorzamento delle ondulazioni delle correnti alternate *per* A. E. Kennelly (*).

Si domanda quante volte una corrente alternata può essere trasformata attraverso successivi rocchetti d'induzione senza perdere l'essenziale suo carattere ondulatorio.

Se il rocchetto d'induzione non ha nucleo di ferro, la cosa dipende interamente dalla forma dell'onda della f. e. m. impressa ai morsetti del primo trasformatore. Supponendo che questa onda sia sinusoidale, allora, dopo che si è raggiunto il regime stabile di lavoro, tutte le correnti e i voltaggi attraverso le serie saranno sinusoidali. Vi sarà attenuazione e cambiamento di fase lungo le serie, ma non vi sarà cambiamento nel tipo d'onda, qualunque possano essere le resistenze, le capacità, le induttanze, purchè non varino col tempo.

Se la f. e. m. impressa non è sinusoidale, allora, restando sempre escluso il ferro, vi sarà un progressivo cambiamento nel tipo dell'onda che accompagna l'attenuazione e lo spostamento di fase. Il cambiamento sarà rapido nei primi trasformatori e più lento in quelli lontani. Le onde finali che sopravvivono dopo un numero indefinitamente grande di successive conversioni saranno sinusoidi fondamentali, cioè onde semplici armoniche con la frequenza d'alternazione. La misura esatta con la quale le deviazioni si dipartono dalla sinusoide, dipende da tutte le condizioni dei circuiti successivi, ma è suscettibile di calcolo quando si conoscono questi dati e la forma dell'ondulazione.

Ma se invece i rocchetti d'induzione contengono ferro, nascono altre considerazioni: bisogna tener conto dell'isteresi e del variabile flusso magnetico. Per l'isteresi le correnti non saranno sinusoidali, anche se la prima f. e. m. impressa fosse tale, ed a cagione di ciò l'abbassamento dei voltaggi nell'attraversare le resistenze ne allontanerà il tipo da quello semplice armonico.

Il flusso magnetico che varia durante un'alternazione cagionerà pure qualche deformazione simile. Ma mentre questa influenza deformatrice si estende, vi sarà anche una tendenza correttrice durante il lavoro come si stabilirebbe con trasformatori senza ferro. Preponderando una di queste tendenze, le onde si deformeranno sempre più lungo la serie o più si avvicineranno alla forma sinusoidale, ma ciò dipenderà da tutte le condizioni del circuito, dalla qualità del ferro e dalla forma iniziale delle onde, ma nelle ordinarie condizioni sembra che le onde non possano mai diventare veramente sinusoidali, ma neppure mai subire forte deformazione.

Concludendo quindi, i rocchetti d'induzione senza ferro, trasmetteranno allo stato permanente, una onda inizialmente sinusoidale attraverso una serie indefinita di trasformatori simili senza cambiarne il tipo. Essi potranno anche ricondurre alla forma sinusoidale un'onda che inizialmente non fosse tale, cosicchè praticamente le condizioni potrebbero essere rappresentate come se vi fosse un generatore sinusoidale d'ampiezza ridotta messo in azione lungo la linea dopo la principale sfera d'azione della deformazione. Con trasformatori che contengono ferro, il fenomeno è sempre più complesso, ma in generale vi è tendenza a conservare la forma sinusoidale.

I. B.

(*) N. Y. *Elect. Engineer*, December 1893.

CRONACA E VARIETÀ.

Illuminazione elettrica di Forlì. — Da poco tempo è stato inaugurato l'impianto elettrico della città di Forlì; impianto che, in confronto dei tanti costruiti in Italia, gode una onorevole prerogativa, quella cioè di essere composto con macchine e con materiali esclusivamente italiani.

In esso è stata utilizzata una caduta di 2000 litri d'acqua al 1″ da 4 metri di altezza, mediante una turbina Girard ad asse verticale, costruita dalla ditta Alberto Riva di Milano.

Poichè questa forza idraulica non sarebbe stata sufficiente, è stata installata una macchina a vapore della ditta Tosi di Legnano da 40 a 50 cavalli effettivi a doppia espansione ed a condensazione, con relativa caldaia Cornovaglia a tubi di ritorno.

Due dinamo in derivazione da 100 *A* e 160 *V*, di cui una di riserva sono impiegate sia per somministrare direttamente la corrente agli abbonati sia per caricare una batteria di accumulatori. Le cinghie di trasmissione tra il motore e le dinamo sono state fornite in pelo di cammello dalla casa Massoni e Moroni di Schio.

La batteria degli accumulatori si compone di 88 elementi, della capacità di 358 ÷ 482 ampereora a 119 ampere di massima corrente di scarica.

Questi accumulatori sono del tipo Tudor ed escono dalla Fabbrica Nazionale di Accumulatori Elettrici di Genova. Tale batteria può illuminare da sola 250 lampade da 16 candele, e costituisce perciò una sicurezza dell'intero impianto. Essa è di più munita di un inseritore automatico e provvede da sola all'illuminazione nella mattinata, quando cioè, passate le ore di massima carica, sono fermate le macchine ed è lasciato ai soli accumulatori la cura di fornire corrente.

Mercè questo sistema d'impianto è stato raggiunto lo scopo di economizzare quanto più è possibile la forza motrice; le macchine sono fatte funzionare sempre in piena carica col massimo di rendimento; la corrente che esse generano in più del bisogno va a caricare gli accumulatori, i quali poi servono o di aiuto nelle ore di maggior consumo o come generatori di corrente quando le macchine non funzionano. La distribuzione elettrica è a due fili, ma si tramuterà in una a tre, essendo per le eccessive richieste, già esaurita la potenzialità dell'impianto.

Merita particolare elogio l'ing. Angelo Pontremoli che ha saputo ideare e condurre a termine un tale impianto, adoperando macchine e materiali esclusivamente nazionali.

Illuminazione elettrica a Torino. — In questi giorni è stato ultimato l'impianto della stazione elettrica al R. Parco, utilizzando la forza di circa 650 cavalli fornita dal canale che attraversa il Parco stesso. L'impianto è stato eseguito dall'ing. R. Pinna e comprende diverse turbine e due dinamo capaci di alimentare 11,000 lampade ad incandescenza.

Gli accumulatori in telegrafia. — La Compagnia postale-telegrafica di Baltimora è la prima che abbia introdotto negli Stati Uniti l'uso degli accumulatori in sostituzione delle pile per il servizio telegrafico.

Una batteria di 300 elementi di accumulatori sostituisce 2500 elementi di pila Daniell di grande formato; ogni elemento completo pesa Kg. 1,6 ed ha una capacità di 30 ampere-ora. I 300 elementi sono divisi in dodici gruppi, ciascuno dei quali viene caricato separatamente per mezzo di un motore-dinamo da 1/2 cavallo, che prende da 3 a 4 ampere di corrente a 110 volt da un circuito di illuminazione elettrica e restituisce una corrente di carica di 2 a 3 ampere.

Dai calcoli fatti dalla Compagnia risulterebbe che un elemento Daniell in servizio continuato sopra un circuito in quadruplex dia una corrente di circa 0,1 ampere, ovvero 875 watt-ora per anno e costi al minimo L. 5. 50. Lo stesso numero di watt fornito da una delle Società d'illuminazione elettrica di Baltimora costa L. 0. 90.

Il più lungo circuito telegrafico del mondo. — Il 3 dicembre scorso il discorso del presidente Cleveland fu trasmesso direttamente dall'ufficio dell'Unione della stampa di New-York a S. Diego di California, attraverso una linea di circa 8200 chilometri con 12 traslazioni. Il telegramma si componeva di 5211 parole e fu trasmesso in 3 ore e 42 minuti.

W. H. Preece, elettricista capo del *Post Office* di Londra, è stato recentemente nominato Cavaliere dell'Ordine del Bagno, distinzione assai rara.

Il Telefono fra il Belgio e la Germania. — Si stanno facendo trattative per congiungere con una linea telefonica Verviers e Brusselle da una parte con Colonia ed Aix-la-Chapelle dall'altra.

Istituto degli Ingegneri elettricisti di Londra. — A Presidente dell' Istituto per l'anno 1894 è stato eletto Alessandro Siemens, il quale ha pronunciato, il 16 gennaio scorso, il suo discorso inaugurale, parlando dello sviluppo delle industrie elettriche in Inghilterra.

Il telefono fra Berlino e Colonia. — È stata aperta ora al pubblico servizio la linea telefonica

fra Berlino e Colonia, che ha una lunghezza di circa 500 chilometri. Per ogni tre minuti di conversazione la tassa stabilita è di L. 1. 25, che viene triplicata per una corrispondenza urgente.

Comunicazioni telefoniche fra la Svezia e la Danimarca. — Il nostro corrispondente ordinario A. Hallstrom ci scrive che il giorno 6 dicembre scorso è stato inaugurato il servizio telefonico fra Stockholma e Copenhagen con una conversazione scambiata fra il re Oscar e il re Christian di Danimarca.

La linea è lunga circa 700 chilometri; è composta di due fili di rame di mm. 2. 5 posati su pali telegrafici e comprende anche una parte di cavo sottomarino nell'Oeresund fra Hillesborg e Vedbaels; essa mette capo agli uffici centrali di Malmoe (Svezia) e di Copenhagen, ma saranno quanto prima stabilite anche delle cabine telefoniche speciali, e gli abbonati al telefono potranno essere rilegati direttamente al nuovo circuito. Per ogni conversazione di tre minuti è stabilita la tassa di 1 corona e 50 oere (L. 2. 09) fra Malmoe e Copenhagen; qualora si chieda la comunicazione attraverso una linea interurbana, vi è una tassa addizionale di 50 oere (L. 0. 70) per ogni conversazione scambiata fra Copenhagen e qualunque località della Svezia posta al sud di Stockholma, compresa questa città, e di 1 corona (L. 1. 39) per le località poste al nord di Stockholma. Al presente in Danimarca non vi sono linee telefoniche interurbane che possano essere allacciate al circuito internazionale; quando saranno costruite tali linee, anche là si stabilirà una tassa addizionale di 50 oere e di 1 corona fissando come punto di divisione l'isola di Sjaelland.

Il telefono fra Vienna e Budapest via Marchegg. — Il 4 dicembre scorso venne aperta alla corrispondenza la nuova linea telefonica impiantata fra Vienna, Marchegg e Budapest, la quale potrà servire anche alla corrispondenza da Vienna ad Arad, Szegedin e Temesvar, i cui uffici sono già congiunti telefonicamente con Budapest.

La tassa per ogni tre minuti di conversazione è stabilita il L. 0. 70 fra Vienna e Marchegg, e in L. 2. 40 fra Vienna e gli uffici di Presburgo, Raab, Budapest, Arad, Szegedin e Temesvar. Per una corrispondenza urgente queste tasse vengono triplicate.

Un nuovo telefono. — Leggiamo nei giornali scientifici un'interessante scoperta.

Tra Odessa e Nicolaïeff è stato impiantato un nuovo sistema di telefono immaginato da Gwozdeff, di cui tutti riconoscono concordemente i vantaggi.

Questo telefono si distingue, teoricamente e praticamente, dai sistemi esistenti in ciò che esso permette di trasmettere la parola a grandissime distanze in un filo telegrafico, senza disturbare in qualsiasi modo il servizio ordinario dei telegrammi.

Ma vi ha ancora una particolarità più sorprendente: si può trasmettere la parola sullo stesso filo a più località alla volta! Ogni apparecchio permette di conversare simultaneamente in *quattro direzioni* differenti.

Per quanto abituati alle meravigliose scoperte che ogni giorno si fanno nel campo dell'elettricità, questa del Gwozdeff ha bisogno, secondo noi, di maggiori schiarimenti per essere presa in seria considerazione.

Vetture elettriche postali. — il Direttore generale delle poste del Canada ha fatto costruire due vetture elettriche autonome con motori da 20 cavalli che corrono ora sulle linee delle tramvie di Ottawa e servono per lo scambio delle corrispondenze e dei pacchi postali fra l'ufficio centrale e le diverse stazioni ferroviarie. L'esperimento che si fa con queste due vetture servirà poi di norma per introdurre lo stesso sistema in altre città; fin da ora pare che i risultati siano molto soddisfacenti, essendosi ridotto da 20 minuti a 5 il tempo che si impiegava in media col vecchio sistema a cavalli per il tragitto dell'ufficio centrale ad una stazione ferroviaria, il che permette di ritardare di 15 minuti la levata delle corrispondenze.

Concorso a premio. — La *Società per l'avanzamento delle Industrie* in Olanda offre una medaglia d'oro e un premio di 750 lire per la migliore memoria sulla produzione dell'elettricità per mezzo dei mulini a vento, con relativi immagazzinamento, trasmissione ed utilizzazione.

Si dovranno prendere in considerazione i due punti seguenti:

1° Valutare l'energia media che un mulino a vento ordinario può fornire in 24 ore combinato con una batteria d'accumulatori; indicare il genere d'impianto e il costo approssimativo del cavallo-ora;

2° Esaminare se dal punto di vista economico è possibile di applicare i nuovi motori aerei su grande scala all'immagazzinamento e all'utilizzazione dell'energia. Descrivere le disposizioni da adoperarsi a questo scopo, e mostrarne l'applicazione alla fornitura di forza motrice e illuminazione ad una fabbrica.

Le memorie dovranno essere inviate entro il 1° luglio 1894, col nome dell'autore in busta chiusa, al segretario generale della Società, signor F. W. Van Eeden, in Harlem.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

L'Elettricista, Fascicolo 2°, Febbraio 1894. Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell'Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro).

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, Via Panisperna, 193.

ANNO III. — 1° Marzo 1894 — NUM. 3.

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*
ROMA.

SOMMARIO

ROMA
TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA
di Adelaide ved. Pateras.
1894

Un fascicolo separato L. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl' Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d' Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

UN METODO

PER LA

TRATTAZIONE DEI VETTORI ROTANTI OD ALTERNATIVI

ED UNA APPLICAZIONE DI ESSO

AI MOTORI ELETTRICI A CORRENTI ALTERNATE

Lo studio di alcuni apparecchi elettrotecnici moderni, e segnatamente quello di alcune specie di motori elettrici, porta a considerare grandezze alternative vettoriali. Per la trattazione di tali grandezze può giovare ricorrere a qualche modo di rappresentazione grafica, il quale dia di esse non solo l'ampiezza e la fase, ma anche la direzione.

Io qui presento un metodo, che nella interpretazione e nella esposizione elementare di molti fenomeni può riuscire essai semplice e perspicuo. Per mostrare poi l'uso e l'utilità del nuovo metodo, lo applico ai campi magnetici ed espongo per mezzo di esso una teoria elementare de' principali motori elettrici a correnti alternative.

I.

Vettori rotanti e vettori alternativi.

1. *Definizione.* — Denominiamo *vettore rotante* una grandezza vettoriale della quale il valore scalare è costante, mentre la direzione ruota attorno ad un asse con velocità uniforme.

Qui ci limitiamo a considerare vettori rotanti in un dato piano. In questo caso a definire un vettore rotante ci bastano i seguenti elementi: *la grandezza*, *il verso*, *la frequenza*, ossia il numero di giri fatti in una unità di tempo, e la *fase*, ossia la frazione di giro compiuta all'origine del tempo.

Data la frequenza, possiamo rappresentare il vettore rotante per mezzo di un segmento di retta *od*, od *os* (fig. 1) facendo semplicemente queste convenzioni: che la lunghezza del segmento rappresenti la grandezza del vettore, che la direzione di esso sia quella che ha il vettore nell'origine del tempo, e che la lettera *d* od *s* indichi

il verso, *destro* o *sinistro*, della rotazione. Se oX è la retta a partire dalla quale si vogliono misurare gli angoli descritti dal vettore, l'angolo Xod od Xos è quello percorso dal vettore all'origine del tempo, e si dice valore angolare della fase. Il rapporto $\frac{Xod}{2\pi}$, oppure $\frac{Xos}{2\pi}$ è la fase.

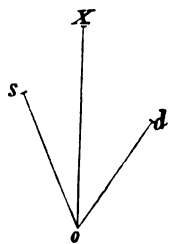



Fig. 1.

Per nominare i vettori così rappresentati potremo servirci semplicemente delle lettere d ed s.

2. Composizione di due vettori di eguale frequenza rotanti nel medesimo piano. — *Primo caso: Vettori rotanti nel medesimo verso.* — Si abbiano due vettori rotanti nel medesimo verso e colla medesima frequenza; e sieno questi, per esempio d e d' (fig. 2). In ogni istante la loro somma vettoriale, ossia la loro risultante, è il vettore rappresentato dalla diagonale oD del parallelogrammo fatto su di essi, o, ciò che val lo stesso, dalla retta oD che chiude il triangolo odD od il triangolo $od'D$. Ora siccome d e d' girano nel medesimo verso e colla medesima velocità angolare, così l'angolo dod' rimane costante. Rimane quindi costante anche la diagonale oD. Essa intanto gira attorno ad o colla stessa volocità angolare delle componenti. Dunque la risultante di due vettori di uguale frequenza, rotanti nel medesimo piano e nel medesimo verso, è anch' essa un vettore rotante nel medesimo verso e colla stessa frequenza.

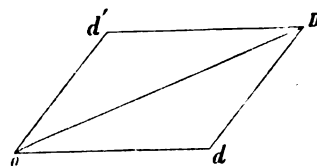



Fig. 2.

Se l'angolo dod' è uguale a due retti, se cioè le fasi di d e di d' differiscono di 180°, noi diciamo che d e d' hanno fasi opposte. Se i due vettori componenti hanno grandezze uguali e fasi opposte, la loro risultante è nulla.

È inutile dire come dal caso di due soli vettori si passi al caso di un numero qualunque di vettori rotanti nel medesimo piano e nel medesimo verso, e come si dimostri che il vettore risultante è anch'esso un vettore rotante nel medesimo piano e nel medesimo verso, ed è rappresentato dalla retta che chiude il poligono fatto coi vettori componenti.

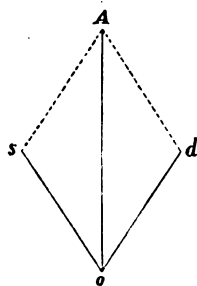



Fig. 3.

Secondo caso: Vettori rotanti in versi opposti. — Se (fig. 3) i due vettori componenti od, os rotano in versi opposti, l'angolo sod varia; quindi la diagonale oA varia inevitabilmente di grandezza. Essa intanto può variare, ed in generale varia, anche di direzione.

Ma si hanno a considerare due casi:

a) Il caso in cui le grandezze od ed os dei due vettori componenti sono uguali tra di loro;

b) Quello in cui tali grandezze sono disuguali.

3. *a)* Caso in cui i due vettori componenti hanno grandezze uguali. — In questo caso la risultante ha una direzione fissa. Infatti la diagonale oA (fig. 3) è allora in ogni istante la bisettrice dell'angolo sod, e siccome od ed os ruotano colla stessa velocità angolare l'uno verso la destra e l'altro verso la sinistra, così essa rimane fissa nello spazio.

Varia invece il *valore* della risultante, il quale è legato all' angolo variabile Aod dalla relazione

$$oA = 2od \cos \widehat{Aod}.$$

Ponendo $oA = a$ e $2\,od = A$, rappresentando con n la frequenza, con t il tempo e con α il valore dell'angolo Aod per $t = o$, questa relazione si scrive:

$$a = A \cos (2\pi n t + \alpha).$$

Una grandezza variante secondo questa legge è ciò che comunemente dicesi una grandezza *alternativa* od *alternante armonica* o *sinusoidale*. La costante A è l'*ampiezza*, n la *frequenza*, l'angolo α il *valore angolare della fase*, quando si prende come origine del tempo l'istante in cui a è massima.

Noi dunque diciamo oA: un *vettore alternativo*, e concludiamo: due vettori uguali, rotanti in un medesimo piano, colla stessa frequenza ed in versi opposti dànno per risultante un vettore di direzione fissa, alternativo, della stessa frequenza. La direzione di questo vettore alternativo è quella della bisettrice dell'angolo che in un istante qualunque è compreso fra i due vettori componenti, e perciò anche quella della bisettrice dell'angolo che i due vettori componenti comprendono nell'istante in cui $t = o$ ossia quella dei due segmenti di rette coi quali si rappresentano, secondo la nostra convenzione, i due vettori componenti.

Fig. 4.

L'ampiezza del vettore alternativo risultante è uguale al doppio della grandezza di uno dei vettori componenti.

Viceversa un vettore alternativo sinusoidale si può sempre scomporre in due vettori rotanti di ugual valore e di versi opposti. Qualunque vettore alternativo sinusoidale si può considerare come risultante di due vettori rotanti nel modo detto.

Ora questo modo di considerare un vettore alternativo conduce a rappresentazioni grafiche semplicissime, atte ad indicare di un vettore alternativo la direzione fissa, l'ampiezza e la fase. L'artifizio consiste nel rappresentare con un segmento di retta la direzione e l'ampiezza del vettore alternativo e con altri segmenti di rette i vettori rotanti di cui quello si compone. Disegnando tutti tre questi segmenti, si ha la rappresentazione indicata nella fig. 4. In questa figura il segmento oa indica la direzione e dà l'ampiezza del vettore alternativo, mentre i segmenti od ed os rappresentano i vettori rotanti, destro e sinistro, in cui oa si può scomporre. L'angolo aod, od il suo uguale aos, rappresenta il valore angolare della fase. Ma siccome $oa = 2os = 2od$ ed è sulla bisettrice dell'angolo sod, così uno qualunque dei segmenti oa, os, od si può trovare quando sono dati gli altri due. Quindi si ha una rappresentazione completa anche disegnando solamente questi due. Per tal modo possiamo rappresentare il vettore alternativo semplicemente con oad, o con oas, o con osd.

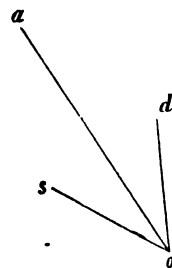
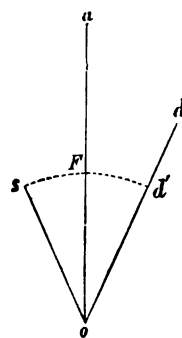



Fig. 5.

4. *b*) Caso in cui i due vettori componenti hanno grandezze diverse. — Se i vettori rotanti componenti, od ed os (fig. 5), non sono uguali, è variabile non solo l'ampiezza, ma anche la direzione del vettore risultante. Col centro in o e con un raggio uguale al più piccolo dei vettori componenti, uguale ad os nel caso della figura, si descriva l'arco di circolo sFd'. Si può considerare od come risultante di due vettori rotanti od' e $d'd$ rotanti nel medesimo verso. Ora i due vettori rotanti od' ed os dànno per risultante un vettore alternativo oa di direzione fissa bisettrice dell'angolo $\widehat{sod}$ e di ampiezza $oa = 2od' = 2os$. Dunque i due vettori rotanti od ed os

di versi opposti e di valori diversi equivalgono ad un vettore alternativo oa di direzione fissa e ad un vettore rotatorio $d'd$.

5. *Composizione di due o piu' vettori alternativi di direzioni fisse.* — Valendoci delle considerazioni precedenti possiamo ridurre la composizione di vettori alternativi a quella di vettori rotanti. Se per esempio abbiamo due vettori alternativi di direzione fissa $oasd$ ed $o'a's'd'$ (fig. 6), noi possiamo comporre d con d' ed s con s' e poi comporre insieme, nel modo or ora indicato, le due risultanti. Per comporre d con d' tiriamo da un punto O un segmento OD uguale e parallelo a d e da D un segmento DD' uguale e parallelo a d'; troviamo così la risultante OD'. Per comporre similmente s con s', tiriamo OS ed SS' rispettivamente uguali e paralleli ad s e ad s' e tiriamo OS'. Dopo ciò noi possiamo dire che il sistema dei due vettori alternativi a ed a' dati è equivalente al sistema dei due vettori rotanti OD' ed OS'. Ora i due vettori rotanti OD' ed OS' possiamo applicare la costruzione precedente: Se OD'

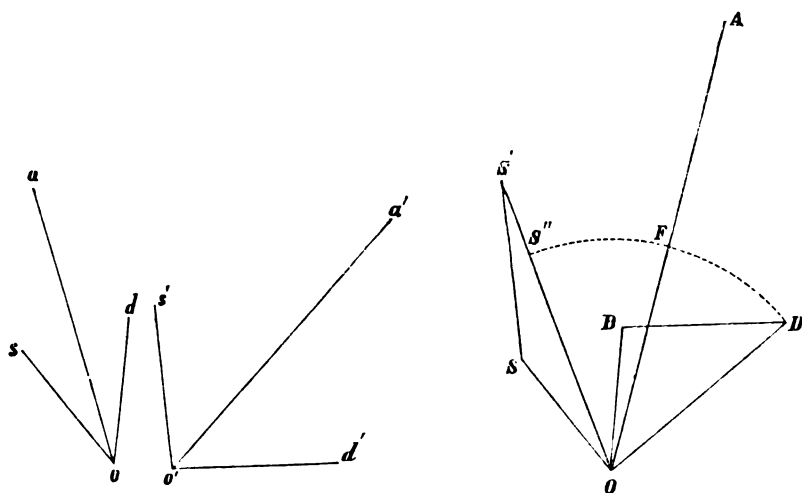



Fig. 6.

è il minore dei due, noi prendiamo $OS'' = OD'$ e sulla bisettrice OF dell'angolo $S'OD'$ prendiamo $OA = 2\,OD' = 2\,OS''$. I due vettori rotanti OD' ed OS', e quindi anche i due vettori alternativi dati a ed a', equivalgono al vettore alternativo OA ed al vettore rotante $S''S'$.

La proposizione si può estendere senz'altro al caso di un numero qualunque di vettori alternativi: qualsivoglia sistema di vettori alternativi di uguale frequenza situati in un medesimo piano, si può ridurre ad un sistema semplice di un vettore alternativo fisso combinato con un vettore rotante. L'operazione da farsi è ancora quella indicata nella fig. 6 con questa sola differenza, che in luogo dei triangoli ODD', OSS' si hanuo a fare i poligoni di tutte le componenti d e di tutte le componenti s dei vettori dati.

Importa applicare la proposizione a casi particolari.

6. *Casi particolari: a) Vettori alternativi aventi la medesima direzione.* — Se a' è parallelo ad a (fig. 7), gli angoli OSS', ODD' sono uguali tra di loro, quindi i triangoli OSS', ODD' sono uguali, e per conseguenza $OS' = OD'$. Inoltre la bisettrice OA dell'angolo $S'OD'$ è anche bisettrice degli angoli SOD ed $S'S,DD'$, ed è perciò parallela alle oa ed $o'a'$. Dunque la risultante OA dei due vettori alter-

nativi paralleli a ed a' è anch'essa un vettore alternativo fisso ed è parallela ai componenti.

Per trovare questa risultante non è necessario eseguire tutta la costruzione indicata nella fig. 7: basta evidentemente fare una metà di essa, per esempio la parte ODD'. Secondo l' interpretazione finora data alla figura, i segmenti OD e DD' rappresentano la metà delle ampiezze dei vettori alternativi componenti, ed il segmento OD' rappresenta la metà dell' ampiezza del vettore alternativo risultante. Se si abbassano le perpendicolari DB, $D'B'$ su OA, le *proiezioni* OB, BB' ed OB' rappresentano similmente le metà dei valori istantanei che i due vettori componenti ed il risultante hanno per $t = 0$;

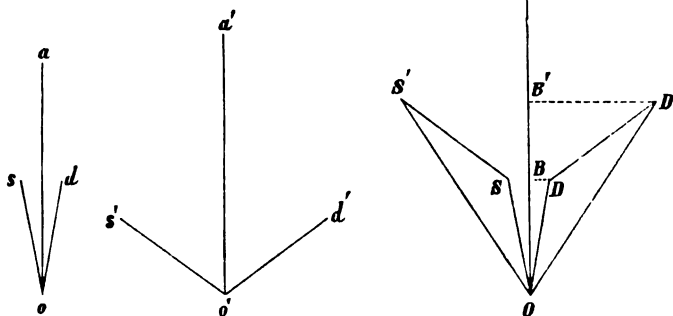



Fig. 7.

e se si suppone che la figura ODD' giri attorno ad O colla frequenza n, le proiezioni di OD, DD', OD' sulla retta fissa OA rappresentano in ogni istante le metà dei valori istantanei dei vettori medesimi. Ma noi possiamo ora rappresentare con OD e con DD' non le metà, ma le intiere ampiezze dei vettori componenti; e con ciò abbiamo subito in OD' la rappresentazione dell' ampiezza della risultante e nelle proiezioni su OA le rappresentazioni dei valori istantanei delle grandezze dei tre vettori considerati. Così noi troviamo la nota e solita costruzione di cui si fa uso nello studio delle grandezze alternative. Essa è un caso particolare della costruzione più generale da noi indicata.

Le fatte considerazioni si estendono senz' altro al caso di un numero qualunqne di vettori alternativi paralleli.

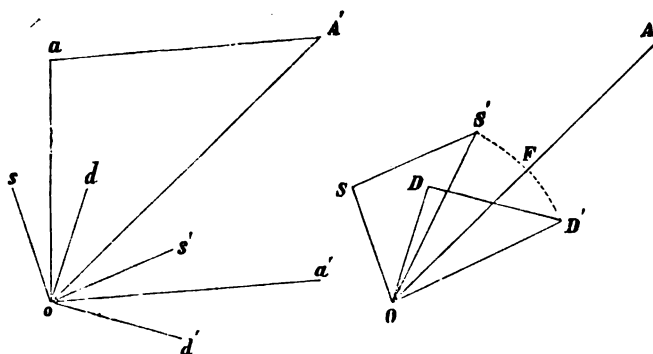



Fig. 8.

7. *b*) Vettori alternativi di direzioni diverse. — Se i due vettori alternativi dati, a ed a', non sono paralleli, la costruzione generale esposta all'art. 5, e rappresentata nella figura 6, conduce a trovare che i due vettori dati equivalgono a due vettori uno alternativo di direzione fissa rappresentato da OA e l'altro rotante di valore costante, rappresentato da $S''S'$. Ma vi hanno casi particolari nei quali di questi due vettori esiste soltanto l' uno o soltanto l'altro.

Esiste solamente il vettore alternativo di direzione fissa quando i due vettori alternativi componenti hanno la medesima fase.

In questo caso infatti gli angoli OSS', ODD' (fig. 8) sono uguali entrambi al supplemento dell' angolo aoa' e perciò sono uguali tra di loro. Quindi i triangoli SOS', DOD' sono uguali l' uno all' altro, e per conseguenza si ha $OS' = OD'$. Dunque si hanno a comporre due vettori rotanti OD' ed OS' uguali e di versi opposti i quali, come si è dimostrato [3], dànno per risultante un semplice vettore alternativo di direzione fissa.

Questa risultante è rappresentata dal segmento OA uguale a $2\,OS'$ ed a $2\,OD'$ e giacente sulla bisettrice OF dell'angolo $S'OD'$. La sua fase ha il valore angolare $S'OA = \frac{1}{2} S'OD' = \frac{1}{2} sod = \frac{1}{2} s'od'$: essa è uguale alla fase dei vettori alternativi componenti.

Se si tira aA' uguale e parallela ad oa' e se si tira oA', si ha il triangolo oaA', il quale è simile al triangolo OSS' perchè l'angolo a è uguale all'angolo S ed i lati oa, aA' sono uguali al doppio dei lati OS, SS'. Dunque si ha $oA' = 2\,OS' = OA$. Inoltre dalle eguaglianze

$$\widehat{aoA'} = \widehat{SOS'},\ \widehat{S'OA} = \frac{1}{2}\widehat{S'OD'} = \frac{1}{2}\widehat{sod} = \widehat{soa}$$

si deduce $\widehat{soA'} = SOA$; il che significa che oA' è parallelo ad OA. Per conseguenza oA' è uguale e parallelo al vettore risultante OA. Diremo adunque: Due vettori alternativi di uguale fase si compongono in un unico vettore alternativo di ugual fase, del quale l'ampiezza e la direzione sono rappresentate dalla diagonale del parallelogrammo fatto sulle rette che rappresentano per ampiezza e per direzione i due vettori componenti.

8. — La composizione di due vettori alternativi dà invece come risultante un semplice vettore rotante quando l'uno o l'altro dei vettori rotanti OD', OS' (fig. 6, art. 5), è uguale a zero.

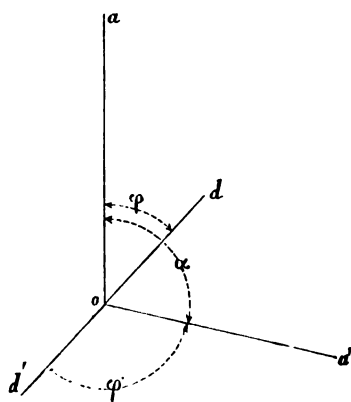
Fig. 9.

Questo caso si verifica quando os ed $o's'$ (fig. 6) oppure od ed $o'd'$ hanno grandezze uguali e direzioni opposte; allora infatti il punto S', oppure il punto D' coincide con O.

La condizione $os = os$, oppure $od = o'd'$, implica quella che sia $oa = o'a'$, ossia che le ampiezze dei due vettori alternativi dati sieno fra di loro uguali.

La condizione poi, che os ed $o's'$, oppure od ed $o'd'$ abbiano direzioni opposte, implica una relazione tra le direzioni dei due vettori alternativi oa ed $o'a'$ e le fasi dei medesimi. È facile vedere quale sia questa relazione. Supponiamo infatti (fig. 9) che sia od' opposto ad od, diciamo α l'angolo aoa' tra le direzioni dei due vettori alternativi componenti, e rappresentiamo con φ e con φ' i valori angolari aod, $a'od'$ delle fasi dei vettori medesimi; abbiamo:

$$\alpha + \varphi' - \varphi = \pi, \quad \text{ossia} \quad \varphi' - \varphi = \pi - \alpha.$$

Dunque due vettori alternativi di direzioni fisse danno per risultante un semplice vettore rotante quando hanno ampiezze uguali e presentano una differenza di fase, il valore angolare della quale è uguale al supplemento dell'angolo compreso fra le loro direzioni.

9. *Esempi.* — Come primo esempio consideriamo il caso di due vettori alternativi, mutuamente perpendicolari oa, $o'a'$ (fig. 10).

Il teorema dice che acciocchè essi si compongano in un semplice vettore rotante dev'essere in primo luogo $o'a' = oa$. In secondo luogo deve essere $\varphi' - \varphi = \pi - \alpha$ e quindi, essendo $\alpha = \frac{\pi}{2}$,

$$\varphi' - \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

Se per esempio prendiamo $\varphi = 0$, ossia: angolo $aod = 0$, dev'essere $\varphi' = \frac{\pi}{2}$, ossia angolo $a'o'd' = \frac{\pi}{2}$.

Ora che veramente, date queste condizioni, i due vettori a ed a' producano come risultante un vettore rotante, si riconosce subito applicando ad essi la costruzione dell'art. 5, fig. 6. Infatti per comporre d con d' si deve tirare $OD = od$ e poi $DD' = o'd'$, col che si ricade sul punto O; per comporre invece s con s' si hanno a tirare OS ed SS' uguali a parelleli ad os e ad $o's'$, col che si trova la risultante OS', che è una rotazione sinistra di grandezza uguale ad $s + s'$, ossia a $2s$, ossia ad a e ad a'. I due vettori alternativi dati producono adunque come risultante un semplice vettore rotante della medesima frequenza e di grandezza uguale alle loro ampiezze.

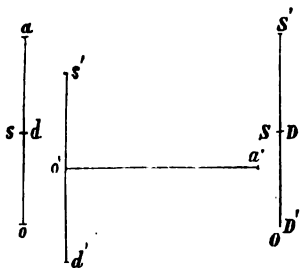
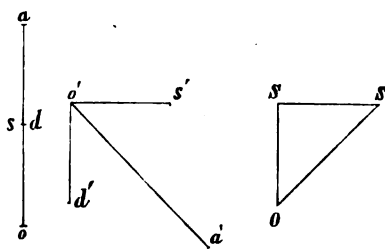



Fig. 10. Fig. 11.

Come secondo esempio consideriamo il caso di due vettori alternativi uguali oa ed $o'a'$ (fig. 11), le direzioni dei quali comprendono un angolo $\alpha = \frac{3}{4}\pi$.

In questo caso la condizione espressa dal teorema dimostrato è che si abbia $\varphi' - \varphi = \frac{\pi}{4}$.

Se per esempio: $\varphi = \widehat{aod} = 0$, dev'essese $\varphi' = \widehat{a'o'd'} = \frac{\pi}{4}$. E veramente, se si applica a questo caso la costruzione della fig. 6, si trova che D' si confonde con O. La risultante si riduce al vettore rotante OS'. La sua grandezza è rappresentata dall'ipotenusa del triangolo rettangolo isoscele OSS'; essa è perciò uguale ad $s\sqrt{2}$ ossia ad $\frac{a}{\sqrt{2}}$.

10. — Dal caso ora considerato di due soli vettori alternativi componenti si passa subito al caso generale di un numero qualunque di vettori: un sistema qualunque di vettori alternativi può equivalere ad un semplice vettore rotante. La condizione necessaria perchè ciò avvenga è semplicemente questa; che il poligono delle componenti d oppure quello delle componenti s sia chiuso.

Un caso particolare importante è quello nel quale i vettori componenti sono uguali e fanno gli uni cogli altri angoli uguali. Sieno dati in un piano N vettori

alternativi uguali, ciascuno dei quali faccia col precedente un angolo α che non sia nè π nè un multiplo di π, ed abbia rispetto al medesimo una precedenza di fase di valore angolare uguale anch'essa ad α. Allora ciascuno dei vettori rotanti s fa col precedente un angolo $\alpha - \alpha$, ossia zero: il poligono delle s ha tutti i suoi lati su di una medesima retta, la risultante S di tutte le s è uguale alla loro somma, ossia $S = Ns$. Il poligono delle d è invece un poligono regolare del quale gli angoli esterni hanno il valore 2α; acciocchè esso sia chiuso, è necessario e sufficiente che N di tali angoli facciano un multiplo di quattro angoli retti, ossia che si abbia

$$2\alpha N = 2k\pi,$$

od

$$\alpha = \frac{k\pi}{N},$$

ove k è un numero intiero qualunque non divisibile per N. Se è soddisfatta questa condizione, gli N vettori rotanti d hanno una risultante nulla; e ciò vuol dire che gli N vettori alternativi dati hanno per risultante il semplice vettore rotante S. Se diciamo a l'ampiezza comune dei vettori alternativi dati, il valore del vettore rotante risulta

$$S = Ns = \frac{N}{2}a.$$

Se invece di supporre, come abbiamo fatto, che ciascuno dei vettori dati abbia una precedenza di fase α rispetto a quello che lo precede, avessimo supposto che esso abbia un ritardo di fase, avremmo trovato che il poligono delle d giace su di una retta e dà $D = nd$, e che il poligono delle s è chiuso, e dà $S = 0$; in questo caso la risultante degli N vettori alternativi dati sarebbe un semplice vettore D rotante verso la destra.

Abbiamo escluso il caso di α uguale a π, o ad un multiplo di π, e per conseguenza abbiamo detto che il numero intero k non deve essere divisibile per N. Se si facesse $\alpha = \pi$ o ad un multiplo di π, ossia se si prendesse k uguale ad N, o ad un multiplo di N, gli angoli esterni del poligono delle d sarebbero uguali a 2π o ad un multiplo di 2π, ed il poligono si ridurrebbe, come quello delle s, ad una linea retta. Allora si avrebbero due vettori rotanti S e D uguali entrambi ad $\frac{N}{2}a$ e di versi opposti, i quali darebbero come risultante un vettore alternativo di direzione fissa e di ampiezza uguale ad Na. Ciò è quanto si sapeva di già, perchè supporre $\alpha = \pi$ o multiplo di π equivale a supporre che i vettori alternativi dati sieno tra di loro paralleli.

I casi che più comunemente si hanno a considerare nello studio dei motori elettrici sono quelli ove $k = 2$, quelli cioe ove i vettori alternativi considerati sono regolarmente distribuiti, a distanze angolari uguali tutt'attorno ad un asse. Fra questi casi poi merita una menzione speciale quello ove $N = 3$. Allora le distanze angolari tra i vettori dati ed i valori angolari delle loro differenze di fase sono uguali a $\frac{2}{3}\pi$, ossia sono di 120°. Il vettore rotante, che risulta dalla composizione dei tre vettori alternativi, ha il valore $\frac{3}{2}a$, ossia è uguale ad una volta e mezzo l'ampiezza di ciascuno dei vettori componenti.

11. — Ciò che precede riguarda la composizione, ossia la somma de' vettori da noi considerati. Per le applicazioni alle quali miriamo conviene aggiungere qualche

considerazione sui prodotti $ab \cos \varphi$, ab sen φ delle ampiezze a e b di due vettori pel coseno e pel seno dell'angolo φ compreso fra le direzioni dei medesimi, prodotti dei quali il primo è lo scalare col segno cambiato, ed il secondo è il tensore del vettore del prodotto dei due vettori.

In primo luogo conviene ricordare questa proposizione: se sono dati due gruppi di vettori, e se in un dato istante sono: a la grandezza di uno qualunque dei vettori del primo gruppo, b quella di uno qualunque dei vettori del secondo gruppo, A il valore istantaneo del vettore risultante di tutti i vettori a, B quello del risultante dei vettori b, φ l'angolo compreso tra un vettore a ed un vettore b, e Φ l'angolo di A con B, si ha

$$\sum ab \cos \varphi = AB \cos \Phi,$$

e

$$\sum ab \text{ sen } \varphi = AB \text{ sen } \Phi.$$

Per dimostrare la prima di queste uguaglianze, del resto, notissime, basta osservare che si dice Ψ l'angolo tra A ed uno del vettori b, si ha:

$$b\sum a \cos \varphi = bA \cos \Psi,$$

quindi $$\sum ab \cos \varphi = \sum b\text{A} \cos \Psi = A\sum b \cos \Psi.$$

Ma $\sum b \cos \Psi = B \cos \Phi$, dunque

$$\sum ab \cos \varphi = AB \cos \Phi.$$

La seconda eguaglianza, ossia la $\sum ab$ sen $\varphi = AB$ sen Φ, si dimostra in modo analogo.

12. — In secondo luogo conviene vedere quali sieno i valori medii dei prodotti $ab \cos \varphi$ ed ab sen φ quando i vettori a b sono delle specie di cui noi qui ci occupiamo, quando cioè essi sono vettori rotanti o vettori alternativi. E qui si hanno più casi.

1° *Caso.* — Se i due vettori a e b sono vettori rotanti nel medesimo piano, colla medesima frequenza e nel medesimo verso, l'angolo φ compreso fra i medesimi rimane costante: esso è uguale al valore angolare della differenza di fase de' due vettori. Siccome, per la definizione di vettore rotante da noi adottata, anche a e b sono costanti, così i prodotti $ab \cos \varphi$, ab sen φ sono indipendenti dal tempo.

2° *Caso.* — Se a e b sono ancora vettori rotanti in un medesimo piano, ma con frequenze diverse n ed m, l'angolo φ compreso fra di essi passa in ogni unità di tempo $n—m$ volte da 0 a 2π, ossia varia tra 0 e 2π nel tempo $\frac{1}{n-m}$. Il valore medio di $\cos \varphi$ e di sen φ durante tale tempo è uguale a zero, ed è perciò uguale a zero anche il valore medio dei prodotti considerati.

3° *Caso.* — Un caso particolare compreso in quello or ora considerato è quello di due vettori rotanti in versi opposti: se sono n ed m le frequenze dei due vettori rotanti, l'angolo φ varia tra 0 e 2π nel tempo $\frac{1}{n+m}$, e durante questo tempo i valori medii di $ab \cos \varphi$, e di ab sen φ sono uguali a zero.

4° *Caso.* — Un altro caso particolare è quello in cui a è un vettore rotante e b un vettore fisso di grandezza costante. Questo caso si riduce ai precedenti facendo semplicemente $m = 0$. Anche in questo caso i medii prodotti sono uguali a zero.

*

5° *Caso.* — Se a è un vettore alternativo di direzione fissa e b è un vettore rotatorio, possiamo immaginare a scomposto in due vettori uguali rotanti in versi opposti, d ed s, e valendoci del teorema ricordato all'articolo precedente (11), porre:

$$ab \cos \varphi = d.\, b \cos \delta + s.\, b \cos \sigma,$$
$$ab \operatorname{sen} \varphi = d.\, b \operatorname{sen} \delta + s.\, b \operatorname{sen} \sigma,$$

ove δ e σ rappresentano gli angoli che nell'istante considerato b fa con d e con s. Così siamo ricondotti ai casi precedenti.

Se a e b hanno frequenze diverse, tanto i prodotti $db \cos \delta$, $db \operatorname{sen} \delta$ quanto i prodotti $sb \cos \sigma$, $sb \operatorname{sen} \sigma$ hanno valori medii uguali a zero; quindi sono uguali a zero anche i medii di $ab \cos \varphi$, e di $ab \operatorname{sen} \varphi$.

Se a e b hanno una medesima frequenza, solamente i prodotti $d\,b \cos \delta$, $d\,b \operatorname{sen} \delta$, oppure solamente $s\,b \cos \sigma$, $s\,b \operatorname{sen} \sigma$ sono nulli; gli altri due sono diversi da zero e sono costanti. Se, per esempio, b è un vettore rotante verso destra i prodotti $s\,b \cos \sigma$, $s\,b \operatorname{sen} \sigma$ hanno un valore medio uguale a zero, ed i prodotti $d\,b \cos \delta$, $d\,b \operatorname{sen} \delta$ sono costanti. Si ha perciò semplicemente:

$$\text{medio di } a\,b \cos \varphi = d\,b \cos \delta,$$
$$\text{medio di } a\,b \operatorname{sen} \varphi = d\,b \operatorname{sen} \delta.$$

Se si rappresenta con $\mathcal{A}$ l'ampiezza del vettore alternativo, si ha $d = \frac{A}{2}$ e quindi

$$\text{medio di } a\,b \cos \varphi = \frac{1}{2} \mathcal{A}\, b \cos \delta,$$

$$\text{medio di } a\,b \operatorname{sen} \varphi = \frac{1}{2} \mathcal{A}\, b \operatorname{sen} \delta.$$

Se si prende come origine del tempo l'istante in cui a ha il valore massimo $\mathcal{A}$, l'angolo δ, che figura in queste espressioni, è il valore angolare della differenza di fase tra a e b.

6° *Caso.* — Se finalmente a e b sono due vettori alternativi di uguale frequenza, noi consideriamo il primo come risultante di due vettori rotanti d ed s ed il secondo come risultante di due altri vettori rotanti d' ed s'. In grazia della proposizione dimostrata all'art. 11, i prodotti $a\,b \cos \varphi$, $a\,b \operatorname{sen} \varphi$ sono in ogni istante uguali alla somma di quelli che si hanno colle combinazioni $d\,d'$, $d\,s'$, $s\,d'$, $s\,s'$. Ma, in grazia di ciò che si è detto dianzi trattando il caso 3°, i valori medii dei prodotti corrispondenti alla seconda ed alla terza combinazione sono uguali a zero; dunque, se diciamo δ l'angolo costante tra d e d' e σ l'angolo costante tra s ed s', abbiamo:

$$\text{medio di } a\,b \cos \varphi = d\,d' \cos \delta + s\,s' \cos \sigma,$$
$$\text{medio di } a\,b \operatorname{sen} \varphi = d\,d' \operatorname{sen} \delta + s\,s' \operatorname{sen} \sigma.$$

Se diciamo $\mathcal{A}$ e B le ampiezze dei due vettori alternativi dati, e se notiamo che

$$d = s = \frac{A}{2}, \text{ e } d' = s' = \frac{B}{2},$$

possiamo scrivere anche:

$$\text{medio } a\,b \cos \varphi = \frac{A\mathcal{B}}{4} (\cos \delta + \cos \sigma),$$

e

$$\text{medio } a\,b \operatorname{sen} \varphi = \frac{A\mathcal{B}}{4} (\operatorname{sen} \delta + \operatorname{sen} \sigma).$$

Se poi, dicendo α e β le fasi di a e b, notiamo che

$$\delta = \varphi + \beta - \alpha, \qquad e \qquad \sigma = \varphi - \beta + \alpha,$$

possiamo scrivere ancora:

$$\text{medio } a\,b \cos\varphi = \frac{A\,B}{2} \cos\varphi . \cos(\beta - \alpha,$$

$$\text{medio } a\,b \operatorname{sen}\varphi = \frac{A\,B}{2} \operatorname{sen}\varphi . \cos(\beta - \alpha).$$

(*Continua*) *Prof.* GALILEO FERRARIS.

Per ragioni di spazio non abbiamo potuto pubblicare per intiero la memoria del prof. Ferraris, ma per non rimandare la continuazione al mese venturo, faremo uscire il 15 del corrente marzo un numero straordinario dell'*Elettricista* che invieremo in dono ai nostri abbonati. Intanto vogliamo avvertire che la detta memoria fu letta all'Accademia delle Scienze di Torino il tre dicembre dell'anno decorso e trovasi registrata negli Atti dell'Accademia stessa. (*N. d. D.*)

TRAMVIE ELETTRICHE DI MARSIGLIA

(Continuazione, vedi pagina 35).

OFFICINA. — Parliamo ora dell'officina, ossia della stazione generatrice. Questa non occupa pel momento che uno spazio relativamente ristretto nel gran recinto acquistato dalla Compagnia delle tramvie, in mezzo a terreni incolti, che trovansi ad un terzo della linea.

Attorno alla sala delle dinamo si trovano gli uffici, i laboratori, dei serbatoi d'acqua e di carbone, delle tettoie aperte che servono di rimessa per le vetture a vapore, ad aria compressa, a cavalli ed elettriche.

Il fabbricato riservato alle macchine elettriche è già troppo piccolo, e la Compagnia sta ora aggiungendovi dei corpi di fabbrica con due nuove macchine da 300 cavalli ciascuna.

Quest'impianto non ha ancora raggiunto tutto il suo sviluppo; si è previsto infatti di impiantare 14 caldaie, mentre non ne funzionano che tre, ed è già stato costruito un camino monumentale dell'altezza di 64 metri. Le tre caldaie alimentano le tre macchine a vapore che danno movimento a tre dinamo generatrici, di 100 a 120 cavalli ciascuna, e ad una piccola dinamo ausiliare che provvede alla illuminazione della stazione. Un motore di 5 cavalli posto in derivazione sul circuito principale, serve per le macchine di un'officina di riparazioni.

CALDAIE. — Le caldaie multitubolari sono del tipo Naeyer di Lilla. Ciascuna di esse fornisce da 1200 a 1500 chilogrammi di vapore alla pressione di 10 chilogrammi, evaporando da litri 8 ad 8,5 d'acqua per ogni chilogrammo di combustile, il quale è del carbone di buona qualità, che lascia appena un residuo del 10 °/₀, comprese le ceneri e le scorie.

Ogni caldaia è costituita da un fascio di 80 tubi lunghi m. 2,98, del diametro di m. 1,12 (disposti su 8 file di 10 ciascuna) e da 64 tubi riscaldatori (disposti ad 8 file) delle stesse dimensioni degli altri.

La superficie delle caldaie raggiunge 90 m.², quella del riscaldatore 70; la graticola ha una superficie di 3 m.². La camera superiore del vapore è lunga m. 4,50 col diametro di m. 1,50.

I costruttori hanno voluto dare alla camera queste grosse dimensioni, perchè avendosi una consumazione di vapore estremamente variabile, si può così far fronte ad un abbassamento di pressione e ai trasporti d'acqua che si produrrebbero con un serbatoio più piccolo, nel momento in cui occorre fornire alle macchine una grande quantità di vapore.

L'acqua delle caldaie passa, prima d'essere iniettata, per un epuratore. Sulla condotta d'adduzione del vapore dalle caldaie, si trovano dei grandi apparecchi di purificazione che arrestano l'acqua trasportata e quella di condensazione. Una pompa Worthington serve all'alimentazione, sebbene ogni caldaia abbia un iniettore.

Macchine a vapore. — Questi motori del tipo Hoffmann, costruiti dall'officina Oerlikon, sono verticali, a 2 cilindri. I regolatori automatici sono sensibilissimi, e questa è una condizione necessaria in questo caso, in cui si hanno dei sovraccarichi molto variabili di viaggiatori, e degli spostamenti frequenti che si succedono ad intervalli di pochi metri, con variazioni enormi nello sforzo da vincere. Si è cercato di non dare ai pezzi mobili che una piccola massa, per ridurre quanto è possibile il coefficiente d'attrito e le scosse.

D'altra parte, per compensare quanto è possibile le forti variazioni di lavoro ogni macchina è provvista di un volante pesantissimo.

Queste macchine sono a scappamento libero, e ciò per doppia ragione:

1° Perche non si aveva a disposizione che l'acqua fornita dalla città, a condizioni tali che veramente sarebbero onerose;

2° Perchè al di là di una certa velocità e di certa pressione, non si è creduto necessario adoperare un condensatore.

Le opinioni, è ben vero, sono discordi su questo punto, sul quale la sola esperienza potrà dire l'ultima parola.

Generatori d'elettricità. — Le dinamo sono presentemente tre; con la velocità di 275 giri, ciascuna dà una corrente di 120 ampere a 550 volt. Esse sono accoppiate direttamente con le macchine a vapore per mezzo di piastre di cuoio che congiungono i volani. Si è preferito questo sistema, per varie ragioni, fra cui questa, che le cinghie ordinarie potrebbero strisciare o spezzarsi in causa delle variazioni troppo grandi nello sforzo di resistenza. Questo modo di accoppiamento fa sì che le macchine sono presso a poco isolate dalle dinamo.

Attorno e sotto alle dinamo, il pavimento della stazione è ricoperto di uno strato di asfalto di più centimetri, e da un grosso tappeto di caucciù, per preservare il personale da scosse violenti in caso di contatti accidentali. In questo modo toccando le spazzole si prova una sensazione del tutto trascurabile.

Saranno forse ritenuti inutili questi dettagli, se si considera solo il lato elettrico; crediamo invece che essi siano insufficientemente sviluppati, poichè, per fare uno studio completo della linea e della stazione centrale delle tramvie elettriche di Marsiglia, occorrerebbe descrivere minutamente tutti gli elementi relativi all'esercizio: officine, macchine, vetture, sostegni, ecc.; elementi che sono stati scrupolosamente calcolati dalla società concessionaria.

A nostro avviso infatti, il vero interesse di questa esperienza realizzata in grande, malgrado tutti i regolamenti amministrativi da vincere, da evitare o da soddisfare, e malgrado tanti altri ostacoli, sta precisamente nel conoscere intimamente tutti questi

elementi di funzionamento, e non nella novità della idea. Tolto questo, le prove di Marsiglia non presentano alcunchè di nuovo od imprevisto. Il principio del trasporto delle forze è già noto, ammesso ed applicato. Dal punto di vista teorico la questione è già vecchia, tanto che si rinfacciano volentieri agli elettricisti di Europa le meraviglie compiute nella giovane America! Si citano innumerevoli linee che trasportano milioni di viaggiatori, quando non li ammazzano. Bisogna riconoscere che su questo punto gli americani fanno le cose alla grande.

Se i nostri giornali non la smettono più per delle settimane sopra un accidente

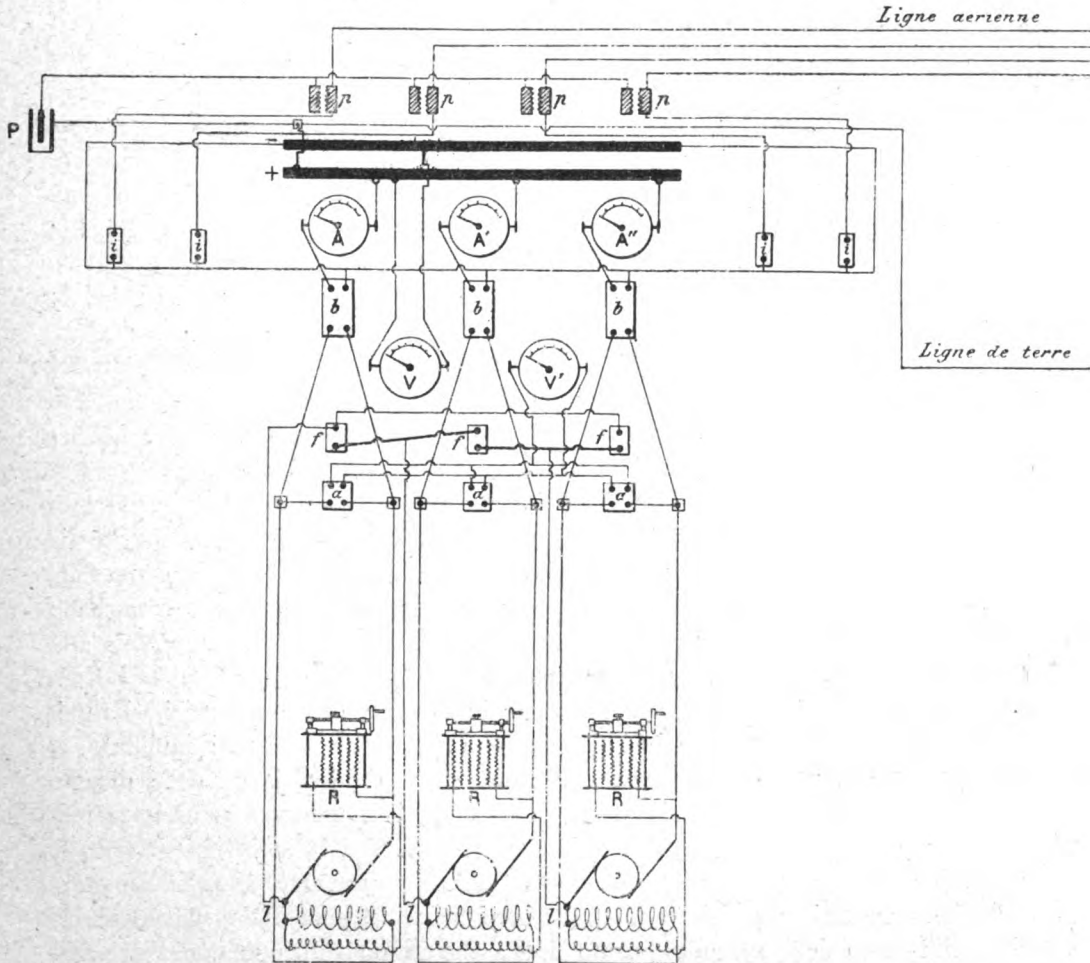



Fig. 16 — *Quadro di distribuzione.*

A, amperometri; *a*, interruttori (derivazione, voltmetri); *b*, interruttori (circuito generale); *f*, interruttori (filo d'equilibrio); *i*, interruttori automatici; *p*, scaricatori a pettine; *P*, parafulmine posto in un pozzo; *R*, reostati d'eccitazione; *l*, filo fusibile; *V*, voltmetri.

qualsiasi, le gazzette esotiche, maggiormente abituate a tal genere di *fatti diversi*, notano continuamente delle ecatombi, sulle quali viene presto tirato un velo, con una certa disinvoltura.

La nostra vecchia civiltà sente ancora il rispetto della vita umana che i dollari sono impotenti a sostituire. Ma quando pensiamo alle preziose esistenze che possono venire distrutte da un accidente, crediamo che un provvedimento di precauzione possa dar prova di intelligenza quanto una scoperta qualsiasi.

È per ciò che volentieri ci fermiamo sui minimi dettagli di sorveglianza, di protezione, ecc. che abbiamo potuto raccogliere sull'esercizio delle tramvie elettriche di Marsiglia.

Come si è detto, ogni dinamo della stazione centrale fornisce 66000 watt con una tensione di 550 volt, colla velocità di 275 giri al minuto.

Le dinamo del tipo Manchester a induttore bipolare, con indotto ad anello (tipo Gramme) sono state costruite nelle officine Sautter e Harlè di Parigi.

Queste macchine sono ben note, e noi non ci fermeremo a descriverne i particolari; tuttavia notiamo che esse sono a doppio avvolgimento *(compound)*, in modo che offrono ai serrafili una differenza di potenziale sensibilmente costante. Ma siccome le variazioni di lavoro sono molto brusche, le dinamo che debbono somministrare una intensità maggiore di quella che corrisponde al lavoro normale, sono state fatte *ultra compound*; in altri termini, il numero delle spire dell'avvolgimento in serie è un po' più grande del solito. Da ciò ne deriva che quando una dinamo supera i 120 ampere previsti come massimo, la differenza di potenziale non diminuisce se il numero degli ampere che traversa il grosso avvolgimento non eccede di molto questi 120 ampere; ciò che provano i diagrammi rilevati con un voltmetro registratore.

Il rendimento della dinamo a piena carica è del 99 °/₀, e a carica media dell'85 all'86 °/₀.

La fig. 16 rappresenta il quadro di distribuzione.

Le tre dinamo possono essere accoppiate in quantità sulle sbarre di rame che formano i due poli del quadro di distribuzione. I poli positivi della dinamo si riuniscono per mezzo di un filo di equilibrio e di interruttori posti su questo filo.

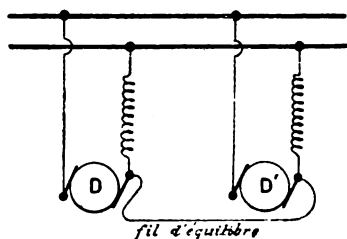



Fig. 17 — *Filo d'equilibrio.*

Ciò che si richiede in questo caso speciale è di mantenere sulla linea una tensione costante più che sia possibile essendo molto variabile l'energia assorbita dalle ricevitrici; si arriva a tale risultato accoppiando in quantità le dinamo che dànno una corrente allo stesso potenziale.

Per mettere in circuito due generatrici, si riuniscono i loro poli positivi col filo di equilibrio, si chiude l'interruttore che riunisce i poli delle dinamo alle sbarre del quadro, e si mettono in moto le motrici regolate per lo stesso numero di giri.

Per aggiungere una generatrice in riposo ad un'altra in azione, si fa la congiunzione dei poli positivi per mezzo del filo d'equilibrio. Si aumenta gradatamente la velocità dell'indotto della seconda dinamo fino a che il suo voltaggio non abbia raggiunto quello della dinamo in movimento. Si opera tale accrescimento con l'aiuto di due voltametri del quadro, montati in derivazione sulle sbarre polari delle due dinamo. Stabilito l'equilibrio, si chiude l'interruttore della dinamo aggiunta.

L'effetto del filo d'equilibrio (fig. 17), che è quello di eguagliare i campi magnetici delle generatrici, mantenendone le spazzole allo stesso potenziale, è specialmente interessante nel momento della chiusura dell'interruttore principale della dinamo che vuolsi accoppiare. In quel momento, se non esistesse il filo di equilibrio, l'indotto della generatrice che si mette in moto tenderebbe a rallentare; potrebbe prodursi un invertimento di polarità nei suoi induttori, se la forza elettromotrice divenisse minore di quella della dinamo in azione.

Quando, al contrario, si vuole sopprimere una generatrice che sia in azione, si

aspetta che la intensità sia debole, ciò si rileva dagli amperometri, e al momento opportuno, si apre l'interruttore che congiunge le sbarre del quadro con le spazzole di quella dinamo; quindi si apre l'introduttore del filo d'equilibrio. Si sceglie il momento in cui l'intensità è debole, perchè se si interrompesse il circuito nel momento in cui gli amperometri accusassero per esempio 80 o 100 ampere, si avrebbe un arco di extracorrente di rottura, la cui scintilla potrebbe mettere la generatrice in corto circuito; mentrechè la seconda generatrice in movimento, dovendo produrre un lavoro eccessivo, potrebbe arrestarsi.

Nel quadro non si trovano gli interruttori a piombo fra i poli della dinamo e le sbarre polari; si è preferito collocarli sulle dinamo stesse, per evitare che in caso di fusione il piombo che cola possa deteriorare taluni pezzi degli apparecchi accessorii. La leggenda che accompagna il disegno schematico del quadro di distribuzione, ci dispensa. dall'indicarne i particolari.

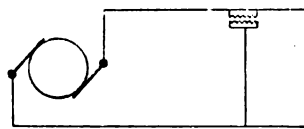
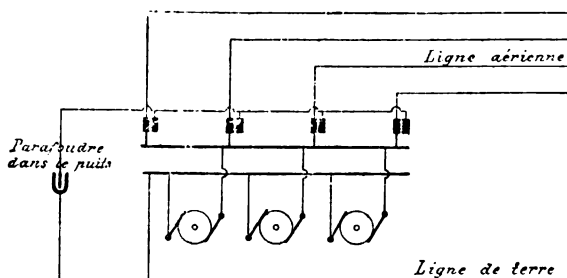
Apparecchi accessorii. Parafulmini. — Su ciascuna delle quattro sezioni in cui è divisa la linea (fig. 9) è stato posto un parafulmine, rilegato da una parte al filo di terra, dall' altra ai due fili di contatto della sezione N. 2, più prossima delle altre tre all'officina, ovvero agli alimentatori di queste tre ultime sezioni.

Fig. 18.

Questi parafulmini sono formati da una serie di dischetti di ferro, isolati l'uno dall' altro da sottili lamine di mica, ed infilati in un manicotto di ebanite. La loro azione è più efficace di quella degli apparecchi a pettine. Difatti in questi allorchè succede una fulminazione, la scintilla che scocca fra le punte può servire da conduttore e mettere la dinamo in corto circuito (fig. 18); la scarica può bruciare o arrestare la macchina. Col sistema a dischi la scarica ha luogo da rotella a rotella, e per così dire per cascata di scariche fra i dischi metallici separati dall'intervallo piccolissimo dei foglietti di mica. La somma di tali intervalli rappresenta una lunghezza di circa 0,08 cm. Ora, al momento in cui passa la scarica, le rotelle magnetizzandosi formano un vortice magnetico che soffia via le scintille, e perciò impedisce che queste saltino da un disco all'altro, e mettano in corto circuito le rotelle del parafulmine.

Fig. 19.

Alla stazione generatrice non si sono impiegati che dei semplici parafulmini a pettine (fig. 19): ma per evitare il corto circuito prodotto da scintille, si è rilegata la terra dei parafulmini alla linea di terra con un parafulmine speciale composto di una campana metallica e di una piastra di rame posta dentro la campana stessa, il tutto immerso in un pozzo. Il fulmine supera l'ostacolo formato dall'acqua, ciò che non fa la corrente delle dinamo. Ritroviamo qui una disposizione antichissima, quella del parafulmine Pouget, ad alcool o a cloroformio, adoperato per tanto tempo in telegrafia. Salvo le dimensioni, gli apparecchi sono identici, ciò che d'altronde non toglie nulla al valore della applicazione.

Interruttore di sezioni. — La linea, come si è già detto, è sezionata; e ad ogni sezione corrisponde un alimentatore: il modo di congiunzione è fatto come è indicato dalla fig. 20.

Amperometri, Voltmetri. — Non descriveremo gli amperometri e voltmetri registratori Richard, che sono ben noti. Diamo semplicemente nelle figure 21 e 22 due dei diagrammi ottenuti all'officina con gl'istrumenti Richard, che mostrano le variazioni di voltaggio mentre funzionano otto vetture con un solo gruppo elettromotore; e le variazioni d' intensità durante il movimento di 15 vetture coi tre gruppi di motori e generatrici. A tutto rigore, come si è potuto vedere dalle cifre indicate prima, due gruppi elettromotori dovrebbero e potrebbero bastare; ma per maggiore sicurezza, ed anche per non affa-

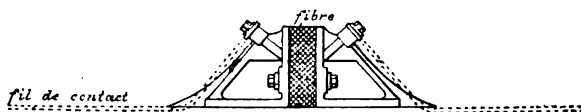



Fig. 20.

Fig. 21 — *Voltaggio — Servizio con 8 vetture — Un solo gruppo generatore in servizio. Tensione media alla stazione 540 volt.*

ticare le macchine quando il numero delle vetture arriva a quindici, si mette in azione il terzo gruppo. In queste condizioni il riscaldamento eventuale di un pezzo di mac-

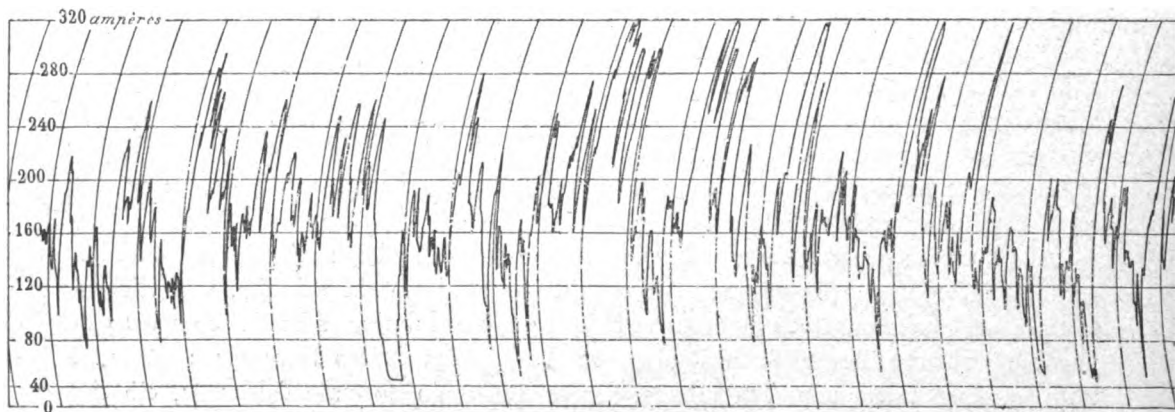



Fig. 22 — *Intensità della corrente in ampere — Servizio con 15 vetture (andata e ritorno in ore 1.10). Tre gruppi generatori.*

china, non ha serie conseguenze: basta escludere dal circuito generale la generatrice guasta, nel modo indicato prima; gli altri due gruppi sono largamente sufficienti per assicurare il servizio.

Capitolato d'oneri. — Consideriamo tutti gli elementi di esercizio successivamente enunciati, nelle condizioni imposte all'Impresa. Il capitolato d'oneri diceva: « Il servizio dei viaggiatori sarà fatto con otto vetture durante la settimana, e con « dodici nelle domeniche e nei giorni festivi. Quaranta persone in media, e al mas- « simo cinquanta, troveranno posto in ciascuna vettura. Sarà concesso un periodo di « tempo di 40 minuti per percorrere la linea, cioè 80 fra andata e ritorno; con « un massimo di ore 1,30, cioè 90 minuti per un percorso totale di 12 chilometri, « compresi 5 minuti di fermata in ciascuna stazione. *Ogni viaggiatore avrà facoltà di « fare fermare la vettura nello intervallo fra le cinque stazioni.* E poichè, tenendo conto « delle fermate, non resterà che un periodo di 25 minuti da utilizzare, cioè 50 mi- « nuti per l'intiero percorso, occorrerà una velocità media di 15 chilometri all'ora. « Essendo il profilo della linea molto accidentato, le velocità verranno stabilite come « appresso: in salita non eccedenti il 20 °/₀₀, 20 chilometri all'ora; in quelle come « nella strada di Aix, che varia dal 52 al 59 °/₀₀, 10 chilometri all'ora ».

Giova osservare che quantunque le vetture elettriche possano raggiungere velocità maggiori, pure il considerevole traffico delle vie percorse impone, anche nel caso di ricupero per ritardi, di non superare la velocità oraria di 20 chilometri.

Astrazione fatta dalle due estreme vi sarebbero tre stazioni per le fermate. Disgraziatamente oltre questi tre punti previsti si ha un numero indeterminato di stazioni facoltative, e sopra una rampa di 200 m. di lunghezza si vede spessissimo la vettura fermarsi due o tre volte, in forza di quella strana clausola del capitolato d'oneri. Gli spostamenti si succedono ad ogni tratto e cagionano un consumo anormale di energia. Come si vede, qui pure interviene una causa locale nel calcolo delle spese di esercizio.

(Continua). Paolo Marcillac.

CONDENSATORE A CILINDRI NON COASSIALI

Supponiamo di avere due linee rette indefinite parallele elettrizzate uniformemente, sulle quali le densità della distribuzione lineare siano rispettivamente λ, λ', e cerchiamo le linee di forza del campo da esse generato e le relative superficie equipotenziali.

Consideriamo anzitutto la sola linea di densità λ. Il flusso di forza, che attraversa una superficie cilindrica con generatrici parallele alla retta elettrizzata, la cui sezione abbia una forma qualsiasi, che contenga al suo interno questa linea ed abbia l'unità di lunghezza, è sempre eguale a $4\pi\lambda$, perchè λ è la massa elettrica contenuta entro tale superficie. Se consideriamo poi solamente un tratto di questa superficie cilindrica limitato da due generatrici tali che l'angolo diedro formato da due piani passanti entrambi per l'asse, e ciascuno rispettivamente per le generatrici sia ω, il flusso che esce da questa porzione di superficie cilindrica è

Fig. 1.

$$\frac{4\pi\lambda}{2\pi r}\omega r = 2\omega\lambda$$

perchè il flusso totale $4\pi\lambda$ per simmetria è egualmente distribuito attorno la retta elettrizzata.

Ora consideriamo entrambe le rette, le cui tracce nel piano della figura 1 sieno A, A', e conduciamo per una retta qualunque parallela ad A ed A', di traccia P, i piani PA, PA'. Se ω ed ω' sono gli angoli, che questi due piani fanno con il piano delle rette A, A', il flusso uscente da un tratto di lunghezza uno della superficie cilindrica PQ, qualunque sia la curva PQ, è costituito dalla parte $2\lambda\omega$ dovuta alla retta A, e dalla parte $2\lambda'\omega'$ dovuta alla retta A'. E poichè i flussi si sommano, il flusso totale è

$$Q = 2\lambda\omega + 2\lambda'\omega'.$$

Sia poi P' la traccia di un'altra retta parallela alle precedenti, infinitamente prossima a P, tale che, chiamando con ω_1 ω'_1 gli angoli diedri $P'AQ$, $P'A'Q$, si abbia parimenti

$$2\lambda\omega_1 + 2\lambda\omega'_1 = Q.$$

Consideriamo la superficie cilindrica PQP'. Il flusso che entra dalla faccia PQ esce integralmente dalla faccia $P'Q$. Poichè il flusso uscente da una superficie chiusa, non avente massa nell'interno è nullo, deve esser nullo il flusso uscente dal tratto PP': quindi la forza è appunto diretta secondo la retta PP'. Segue da quanto abbiamo detto che l'equazione

$$2\lambda\omega + 2\lambda'\omega' = \text{cost}$$

è l'equazione delle linee di forza cercate.

Per trovare l'equazione delle superficie equipotenziali, cominceremo parimenti dalla considerazione d'una sola linea, per esempio la A. Il flusso emanante da questa linea ed uscente da una superficie cilindrica circolare di raggio r, che abbia l'asse secondo la linea, e la lunghezza uno, se con F s'indica la forza costante in tutti i punti di tale superficie, è

$$Q = 2\pi r F = 4\pi\lambda.$$

Quindi:

$$F = -\frac{dv}{dr} = 2\frac{\lambda}{r};$$

donde:

$$V = -2\lambda \log. r + \text{cost}.$$

Tornando alle nostre due linee, il potenziale sarà

$$V = -(2\lambda \log. r + 2\lambda' \log. r') + \text{cost}.$$

Quindi le superficie equipotenziali che ci siamo proposti di trovare, hanno l'equazione:

$$\text{cost.} = \lambda \log. r + \lambda' \log. r',$$

oppure

$$r^{\lambda} r'^{\lambda'} = \text{cost}.$$

Nel caso particolare in cui sia $\lambda = -\lambda'$, le equazioni delle linee di forza divengono

$$\omega - \omega' = \text{cost}.,$$

e quelle delle superficie di livello

$$V = \text{cost}. + 2\lambda \log. \frac{r'}{r},$$

e si ha la costante nulla, se, come al solito, si assume eguale a zero il potenziale nei punti infinitamente lontani.

Se M ed M' sono le tracce delle due linee elettrizzate nel piano della figura (fig. 2), le linee di forza sono tutti i circoli passanti per i due punti $M M'$, mentre le superficie equipotenziali sono costituite dal sistema di cilindri perpendicolari a queste linee di forza e che hanno per sezioni nel piano della figura i circoli aventi il centro nella retta $M M'$, che come è noto dalla geometria proiettiva, tagliano la retta $M M'$ in coppie di punti $A A'$, $B B'$, costituenti un' involuzione, di cui M ed M' sono i punti doppi.

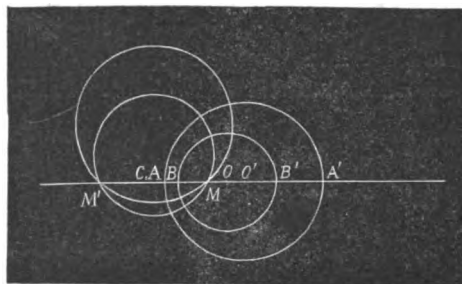



Fig. 2.

Si considerino due di tali circoli, e precisamente quelli, che hanno il centro nei punti O ed O'. Per un teorema noto nella teoria del potenziale, pei punti interni al cilindro O' si può sostituire all'azione delle masse distribuite sulla retta M' quella di una carica superficiale eguale in equilibrio sopra la superfice cilindrica O', e pei punti esterni al cilindro O si può sostituire all'azione della massa distribuita sulla retta M quella di una carica eguale in equilibrio sopra la superficie cilindrica O. Quindi pei punti compresi fra le due superfice O, O', si può sostituire alle masse M ed M' due distribuzioni superficiali in equilibrio sopra i due cilindri. Viceversa, anzichè studiare il potenziale nei punti compresi fra O ed O' di una massa λ per unità di lunghezza comunicata alla superfice O, e di quella $-\lambda$, che risulta indotta sulla O', basta determinare il potenziale dovuto alle due distribuzioni lineari M ed M'. Il potenziale nel punto B è

$$V = 2\lambda \log. \frac{BM'}{BM};$$

quindi la capacità dell'unità di lunghezza del condensatore è

$$C = \frac{\lambda}{V} = \frac{1}{2} \frac{1}{\log. \frac{BM'}{BM}}.$$

Il problema adesso è ridotto ad esprimere il logaritmo mediante gli elementi che individuano i due cilindri, ossia mediante i due raggi, che chiameremo r ed R rispettivamente pel cilindro interno ed esterno, e la distanza dei loro centri, che chiameremo d. Ciò si ottiene nel modo seguente:

Se C è il centro dell' involuzione cui appartengono le coppie $A A'$ $B B'$ e di cui M ed M' sono i punti doppi, si ha:

$$\overline{CM'}^2 = \overline{CM}^2 = \overline{CA}.\overline{CA'} = \overline{CB}.\overline{CB'} = (CO' - R)(CO' + R) = \overline{CO'}^2 - R^2 = \overline{CO}^2 - r^2.$$

Donde:

$$CO'^2 - \overline{CO}^2 = R^2 - r^2; \quad (CO + d)^2 - \overline{CO}^2 = R^2 - r^2;$$

$$CO = \frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d}; \quad \overline{CM'}^2 = \overline{CM}^2 = \left(\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d}\right)^2 - r^2.$$

Quindi:

$$C = 1 : 2 \log. \frac{BM'}{BM} = 1 : 2 \log. \frac{CM' + CO - r}{CM - CO + r} =$$

$$= 1 : 2 \log. \frac{\sqrt{\left(\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d}\right)^2 - r^2} + \frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r}{\sqrt{\left(\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d}\right)^2 - r^2} - \left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r\right]} =$$

$$= 1 : 2 \frac{\sqrt{\left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r\right]\left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} + r\right]} + \frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r}{\sqrt{\left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r\right]\left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} + r\right]} - \left[\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r\right]} =$$

$$= 1 : 2 \frac{\sqrt{\frac{R^2 - 1^2 - d^2}{2d} + r} + \sqrt{\frac{R^2 - r^2 - d^1}{2d} - r}}{\sqrt{\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} + r} - \sqrt{\frac{R^2 - r^2 - d^2}{2d} - r}} =$$

$$= 1 : 2 \log. \frac{\sqrt{R^2 - r^2 - d^2 + 2dr} + \sqrt{R^2 - r^2 - d^2 - 2dr}}{\sqrt{R^2 - r^2 - d^2 + 2dr} - \sqrt{R^2 - r^2 - d^2 - 2dr}}. \qquad (1)$$

Un caso interessante è quello in cui sia $R = \infty$: allora il cilindro esterno si riduce ad un piano.

Per ottenere in tal caso la formula della capacità conviene esprimere la capacità stessa in funzione dei raggi e della distanza AB, che indicheremo con l. Si ha:

$$d = R - r - l.$$

Se si pone questo valore in luogo di d nella (1) si ha:

$$C = 1 : 2 \log. \frac{\sqrt{4Rr + 2Rl - l^2 - 4r^2 - 4rl} + \sqrt{2Rl - l^2}}{\sqrt{4Rr + 2Rl - l^2 - 4r^2 - 4rl} - \sqrt{2Rl - l^2}}.$$

E questa formula al limite quando $R = \infty$ diventa

$$C = 1 : 2 \log. \frac{\sqrt{2r + l} + \sqrt{l}}{\sqrt{2r + l} - \sqrt{l}}.$$

Questa formula risolve il caso importante anche per la pratica della capacità di un filo conduttore di corrente collocato in vicinanza della superfice terrestre, come è per esempio quello dei fili telegrafici.

Ing. F. Lori.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

L'elettrometro a quadranti *di* THOMSON-MASCART, *modificato dal prof.* E. VILLARI.

Questa modificazione consiste nell'applicare un freno elettromagnetico all'estremità inferiore dell'ago. Il freno in questione, è costituito da un cilindro vuoto d'alluminio, girevole fra i poli di una forte calamita a ferro di cavallo.

Per questa modificazione, leggera in sostanza, le deviazioni, entro certi limiti, sono proporzionali alle cariche, e l'istrumento è reso quasi aperiodico.

Il cilindro d'alluminio, non deve sorpassare certe dimensioni (secondo Villari 30 mm. in diametro ed in altezza) oltre le quali la proporzionalità nelle deviazioni non esiste più.

Altra modificazione importante è la sostituzione di un sistema di tre aghi all' unico dell' elettrometro Thomson-Mascart.

Questi aghi sono collocati al disopra, al disotto e nel mezzo della scatola dei quadranti e mercè loro viene triplicata la sensibilità dell'elettrometro.

I. L. L.

✶

Luminosità susseguente nei bulbi a gas rarefatti *per* H. M. MARTIN *e* W. H. PALMER (*).

Se un bulbo, contenente un gas rarefatto e un elettrodo saldato internamente, viene tenuto con una mano ed avvicinato ad un rocchetto d'induzione a potenziale e frequenza discretamente alti, tutto l'interno del bulbo si riempie di una luminosità fosforescente; se poi esso viene pian piano allontanato dal campo d' eccitazione, il grado di luminosità diminuisce gradatamente finchè si arriva ad un punto in cui l' intensità di luce resta costante. Questa luminosità che si mantiene indipendentemente dal campo d'eccitazione, e che si mantiene, secondo noi, finchè non si stabilisca l'equilibrio elettrico fra il gas rarefatto e il filamento, in mancanza di un nome più adatto l'abbiamo chiamata *luminosità susseguente* (*after-glow*). Che essa sia indipendente dal campo d'eccitazione si può provare interrompendo subito dopo la corrente nel rocchetto, e la luminosità susseguente avrà la stessa durata come se il rocchetto funzionasse. Quando la luce è diventata quasi impercettibile può spesso essere ravvivata soltanto cal cambiare la posizione delle dita sulla superficie del bulbo. Fatto questo e dopo che la luminosità è di nuovo sparita, si può avere un unico sprazzo luminoso toccando con un dito l' appendice dell' elettrodo che sporge dal bulbo. Che la mano dello sperimentatore sia un fattore di questi effetti, si può dimostrare ponendo il bulbo sopra una tavola; la luminosità, sebbene non del tutto soppressa, diventa debolissima, specialmente se non vi è vicina alcuna capacità. Lo sprazzo luminoso può essere ottenuto di nuovo riprendendo il bulbo con le mani e scaricandolo come si è detto. Questi fatti servono a dare una prova addizionale ed oculare che i fenomeni di Tesla hanno un'origine elettrostatica.

I. B.

(*) *N. Y. Electr. World* - January 20, 1894.

✶

Fenomeni di repulsione delle correnti alternanti (*).

Elihu Thomson ha dimostrato esperimentalmente che due circuiti circolari i cui piani sono perpendicolari alla linea che unisce i loro centri, si respingono quando una corrente alternante attraversi uno di essi — e che, se i loro centri coincidono, i loro piani formando un angolo acuto, si dà luogo alla formazione di una coppia tendente ad aumentare questo angolo.

I risultati di queste esperienze hanno condotto alla misurazione delle correnti alternanti ed ai calcoli mediante i quali furono determinate le formule relative alla intensità della forza e della coppia.

Il fisico Walker ha collocato una lamina di rame in modo da ricoprire a metà un polo magnetico di un elettromagnete attraversato da una corrente alternante; su questa lamina ha posto in equilibrio una sfera vuota pure di rame.

Per l'azione elettromagnetica si produce allora una coppia la cui forza è tale da vincere la resistenza dovuta allo sfregamento e la sfera si mette a girare.

Ora Walker ha dimostrato che la ragione del fenomeno sta nel fatto che le correnti indotte nella lamina di rame non coincidono con quelle della calamita e non perchè, come si poteva supporre, la lamina agisse a guisa di ostacolo rendendo il campo dissimetrico.

I. L. L.

(*) Atti della *Royal Society* di Londra.

BIBLIOGRAFIA.

Die Vertheilung der elektrischen Energie in Beleuchtungs anlage *von* F. Neureiter *ingenieur.*

Questo libro viene a colmare una sentita lacuna nel campo dell'Elettrotecnica offrendoci uno studio concettoso e completo della distribuzione d'energia elettrica negli impianti d'illuminazione. L'A., che si distingue per la chiarezza e lucidezza dell'esporre, richiama nel primo capitolo i principi fondamentali che occorrono nella trattazione del problema. Nei capitoli seguenti svolge la tecnologia degli organi inerenti al detto problema (lampada ad incandescenza e ad arco, accumulatori e trasformatori) ed enuncia nella sua generalità il quesito che si presenta nella pratica per distribuire l'energia elettrica per mezzo d'una rete di conduttori. L'A. passa quindi, appoggiandosi ai semplici concetti dell'inserimento in serie e in parallelo, ad esporre l'analisi dei sistemi di distribuzione diretta ed indiretta usati praticamente, determinandone le condizioni d'impiego nei diversi casi, la disposizione della conduttura e la regolazione.

Sovra questa base esso svolge nei capitoli seguenti il calcolo delle condutture, rivelando una profonda conoscenza della tecnica d'installazione e delle difficoltà che in essa si presentano.

Il libro è destinato specialmente a coloro che vogliono dedicarsi allo studio degli impianti di illuminazione elettrica e prepararsi con una soda cultura a questo vasto campo dell'elettrotecnica. La facilità d'esposizione e l'importanza dello studio renderà però questa lettura a tutti attraente e giovevole. Noi non possiamo fare a meno di raccomandarlo vivamente ai nostri lettori.

C. C.

CRONACA E VARIETÀ.

Trasmissione di forza a Pordenone. — Nel gennaio scorso venne messa in esercizio una trasmissione elettrica di forza di 450 cavalli, dalla Burrida ai cotonifici di Amman e C., posti l'uno a Pordenone (4 km. di distanza), l'altro a Fiume (10 km.).

L'impianto elettrico fu eseguito dalla Casa Brown, Boveri e C. di Baden (Svizzera); le macchine sono in numero di 6, tre generatrici da 150 cavalli e tre motori della stessa grandezza. Sono del tipo Brown a due poli, hanno una velocità primaria di 550 giri al minuto, e danno a pieno carico la considerevole tensione di quasi 3000 volt. Il loro funzionamento è inappuntabile. L'impianto idraulico è della Casa Alberto Riva di Milano.

Onorificenza a Nicola Tesla. — La medaglia d'oro della fondazione Elliot Cresson venne ultimamente conferita dal *The Franklin Institute* a Nicola Tesla, per le sue ricerche sui fenomeni delle correnti elettriche di grande potenziale e di alta frequenza.

Elettricità e pubblicità. — Si è costituita in Londra una Società (*The electrical advertising syndicate*) avente per iscopo di esercitare la pubblicità col mezzo di lettere e segnali elettrici.

Queste lettere e questi segnali sono formati di sezioni concave di metallo placcato, nelle quali sono collocati dei tubi di vetro di diametro uniforme e di varie lunghezze, contenenti un filamento. I tubi sono inseriti in circuito senza il sussidio di alcuna resistenza artificiale, per modo che le lettere ed i segnali elettrici si possono mettere in comunicazione diretta con un circuito di linea o con un circuito locale, come si pratica per le lampade a incandescenza.

Si possono per tal modo comporre dei disegni veramente attraenti, che messi in posto non richiedono cura alcuna.

Questo genere di pubblicità è attualmente in voga non solo nella metropoli, ma anche nelle principali città di provincia del Regno Unito.

Il telegrafo nell'Africa centrale. — La Compagnia del Congo fa costruire una linea telegrafica fra Boma ed il lago Tanganyka, passando per Leopoldwille e Stanley-falls. Questa linea sarà lunga circa 7000 chilometri.

Ricerche sugli apparati telefonici. — Rilliet membro della *Società di fisica* di Ginevra ha presentato i risultati delle misure del coefficiente d'induzione di diversi tipi di rocchetti per apparati microtelefonici.

Senza citare i dati che sono ristretti ad un numero assai limitato di apparecchi, mentre si può notare che oggigiorno ogni Società di telefoni ha

il proprio tipo, diremo solo che queste misure si riferiscono al coefficiente d'induzione mutua fra i due circuiti ed a quello di auto-induzione del circuito primario e secondario.

Questi risultati se non dal lato industriale, da quello scientifico sono assai importanti.

Segnalazioni fra treni in movimento. — Alla *Verein für Eisenbahnkunde* è stato letto il rapporto degli esperimenti fatti il 23 ottobre scorso su una linea ferroviaria militare, del sistema di Martin Perls per lo scambio di segnalazioni fra treni in movimento.

Ogni locomotiva porta una batteria di pile, che per mezzo di spazzole metalliche, viene messa in comunicazione con una serie di conduttori disposti parallelamente alle rotaie; quando due treni si trovano su una stessa sezione di conduttore, entra in funzione una soneria posta sulla locomotiva, mentre i due macchinisti possono corrispondere fra loro telefonicamente. Così pure se uno dei treni sta fermo, il macchinista può essere informato di guasti avvenuti sulla linea che deve ancora percorrere; se una o più vetture si staccano dal resto del treno, ne ricevono subito avviso tanto il macchinista quanto la stazione da cui il treno è passato. Le distanze a cui questi avvisi sono dati e ricevuti possono essere variate in modo da assicurare dei *blocchi* più o meno lunghi a seconda delle esigenze del traffico.

Gli esperimenti furono fatti sulla linea militare fra Mahlow e Marienfelde di circa 7 chilometri, e sono perfettamente riusciti. Un treno che entrava in stazione ricevette avviso di un ingombro sulla via; due locomotive che si correvano incontro sullo stesso binario si poterono avvisare, come pure si scambiarono avvisi due treni che andavano nella stessa direzione ma uno con una velocità maggiore di quella dell'altro, e per ultimo un treno entrando nella stazione di Mahlow fu avvisato che lo scambio non era a posto. In tutti questi casi gli avvisi furono dati in un tempo più che sufficiente per prevenire il pericolo e rendere impossibile uno scontro.

Esperimenti simili sono stati già eseguiti da molti anni a questa parte anche in Italia da Bonelli, da Ceradini e da altri; aspettiamo di conoscere più ampli particolari, per potere giudicare dell' importanza pratica del sistema di Martin Perls.

Una lampada meravigliosa (?). — Leggiamo nell'*Electrical World N. Y.* che la *Star Elec. Lamp Co.*, tiene ora esposte al pubblico, in Chicago, tre lampade ad incandescenza, le quali stanno per creare una vera rivoluzione nell'illuminazione elettrica. All'aspetto sembrano ordinarie lampade da 16 candele, ma da misure fotometriche eseguite risulta che una ha la potenza di 720 candele effettive, l'altra di 184 e la terza di 160: la luce è perfettamente bianca e fissa; il filamento sembra un po' più grosso di quello d'una lampada ordinaria. Queste lampade sono incluse direttamente in un circuito di distribuzione Edison, al potenziale di 111 volt e consumano una corrente di 0,125 ampere.

L' inventore John Kammer dice che questi risultati straordinari sono ottenuti introducendo nel bulbo un vapore speciale di sua invenzione; la maggiore o minore quantità di questo vapore produce le differenze notate nel potere illuminante. Gli sforzi del Kammer sono ora diretti alla costruzione di una lampada da 1 watt, che spera di poter mettere quanto prima in commercio.

Sincronizzatore acustico. — Per accoppiare in parallelo due alternatori, sia monofasi che polifasi, è necessario metterli prima al sincronismo tanto per velocità quanto per coincidenza di fase. Tale indicazione si otteneva fino ad ora per mezzo di una lampada messa in derivazione sui due circuiti, la quale con le sue periodiche accensioni indicava la differenza di fase nei due alternatori.

L'*Electrical World* di New-York descrive un sincronizzatore costruito dalla *General Electric Co.*, che si fonda sopra un metodo acustico molto più sicuro e preciso del precedente. Una scatola cilindrica di ferro è chiusa da due diaframmi flessibili posti di contro ai poli di due elettromagneti. Se questi elettromagneti vengono messi in circuito attraverso un trasformatore coi due alternatori, i diaframmi emettono una nota distinta; avvicinandosi le due macchine al sincronismo anche le due note s'avvicinano fra loro ed incomincia quel suono periodico, conosciuto in musica col nome di *battimenti*, che si ripete a periodi sempre più larghi, fino a che, raggiunto il sincronismo negli alternatori, i due diaframmi si mettono all'unisono. Questo sincronizzatore funzionava all'Esposizione di Chicago; a quanto si assicura, la precisione e la sensibilità di esso sarebbero davvero sorprendenti.

Grande premio per ferrovia stradale. — La *New York Metropolitan Traction Co.* offre un premio di L. 250,000 a chiunque presenti un sistema di trazione per ferrovia stradale che in pratica si dimostrasse superiore o uguale al sistema elettrico aereo a *trolley*. Le diverse proposte dovranno essere indirizzate al *New York Board of Railroad Commissioners*, al cui giudizio verranno sottoposte. La Compagnia non intende con la suddetta somma di vincolare in alcun modo i diritti di invenzione dei proponenti, e pagherà pure tutte le spese sia per il giudizio che per gli esperimenti.

Tramvia elettrica Bordeaux-Boscaut-Vigean. — L'inaugurazione di questa linea della lunghezza di 5 km. ha avuto luogo il 17 dello

scorso mese in presenza di molti invitati. Essa è la prima linea che la società Thomson-Houston apre all'esercizio in Francia.

Esperimenti sull'auto-induzione. — Il professore Popoff dell'Istituto russo di fisica, per dimostrare l'aumento progressivo d'intensità di un circuito di resistenza minima e di una discreta autoinduzione ha ideato questa esperienza: dispone un egual numero di lampade ad incandescenza su due branche di un circuito in uno dei quali include un elettromagnete di piccola resistenza a circuito magnetico chiuso.

Sull'altra branca include un tratto di filo di manganite la cui resistenza eguagli quella dell'elettromagnete. Allora le lampade di questo circuito, in cui, insieme all'altro, lancia una corrente, si accendono istantaneamente mentre le altre impiegano qualche secondo per raggiungere il massimo dell'intensità luminosa.

L'industria dell'alluminio. — I magnifici giacimenti di *boxite* bianca molto ricca (70 °|₀ di allumina), che si trovano in Francia nei dipartimenti del Varo e delle Alpi Marittime, sono oggidì proprietà di Case tedesche, che hanno incominciato col farne ordinazioni per 30 e 40 mila tonnellate all'anno, e poi divenute proprietarie dei giacimenti stessi hanno costruito delle piccole ferrovie pel trasporto del materiale alla costa e caricarlo su bastimenti, diminuendo così in grande proporzione le spese di trasporto in Germania. La Francia, che è tanto ricca di minerali d'alluminio, vedrà ben presto il suo mercato invaso dal nuovo metallo fabbricato in Germania. Anche in Italia non si è ancora pensato a far nulla; eppure nelle mani dei nostri artisti quante splendide cose si potrebbero produrre con questo metallo tanto bello e leggiero!

Tonneggio elettrico. — Di questo argomento, che riteniamo della massima importanza per la navigazione nei nostri canali, abbiamo già parlato a pag. 176 dell'*Elettricista* dello scorso anno: togliamo dal *Génie Civil* alcuni particolari sull'impianto eseguito dall'ing. Galliot per il tonneggio elettrico del canale di Borgogna, che, come si sa, riunisce la Senna con la Saona.

Questo canale ha un punto culminante allo spartiacque fra i versanti del Mediterraneo e della Manica, dove, per sopperire alle perdite, viene immessa una enorme quantità d'acqua, la quale, bipartendosi sui due versanti, percorre tutto il canale, attraverso a parecchie conche: per un tratto di circa sei chilometri la navigazione è molto difficile, perchè il canale è scavato in una profonda e stretta trincea, e per 3300 metri trovasi in galleria. Su questo tratto, fino dal 1867 si era ricorso al tonneggio a vapore, mediante una catena disposta lungo il fondo: da due mesi vi funziona un sistema di tonneggio elettrico. Così, oltre all'avere una notevole economia, si è reso facile un servizio che prima era oltremodo difficile e penoso, in causa delle condizioni speciali in cui trovasi quel tratto di canale.

Per ogni conca si ha una caduta di m. 2,60: invece di impiantare un motore per ogni conca, l'ing. Galliot ha riunito in una sola le cadute di parecchie di esse, ed ha così impiantato, sui due versanti, due officine elettriche che dispongono rispettivamente di una caduta di m. 7,50 e m. 8 di acqua, e possono sviluppare da 15 a 20 cavalli di forza. Una turbina ad istribuzione parziale e ad asse verticale è direttamente congiunta ad una dinamo, la quale regola automaticamente l'immissione dell'acqua nella turbina stessa, secondo l'intensità della corrente prodotta. Le due officine distano fra loro sei chilometri, e sono congiunte con doppio filo di bronzo, di otto millimetri di diametro. Per mezzo di due pertiche di sei metri, la corrente passa al motore elettrico del battello rimorchiatore. La corrente serve inoltre per l'illuminazione della galleria.

PICCOLA POSTA. — Per non ritardare la pubblicazione completa della Memoria del Prof. Galileo Ferraris, e per affrettare in pari tempo quella di diversi altri importanti lavori, che teniamo già pronti, il 15 marzo prossimo uscirà un NUMERO STRAORDINARIO dell'« ELETTRICISTA », che sarà inviato in dono a tutti i nostri abbonati.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

Ing. Giulio Martinez: *La Trazione elettrica.* — Un bel volume di 350 pagine con 150 incisioni intercalate nel testo. — Ulrico Hoepli, editore. — Milano, 1894. — Prezzo L. 7.50.

Ing. F. Neureiter: *Die Vertheilung der elektrischen Energie in Beleuchtungsanlage* (Distribuzione dell'energia elettrica negli impianti d'illuminazione). — Oskar Leiner Verl. Leipzig, 1894. — Prezzo 6 Marchi.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

L'Elettricista, Fascicolo 3°, Marzo 1894. Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro).

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

Prezzi d'Abbonamento annuo:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

Direzione ed Amministrazione: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Numero straordinario dato IN DONO agli Abbonati.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl' Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d' Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

Prezzo delle Inserzioni:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

UN METODO

PER LA

TRATTAZIONE DEI VETTORI ROTANTI OD ALTERNATIVI

ED UNA APPLICAZIONE DI ESSO

AI MOTORI ELETTRICI A CORRENTI ALTERNATE

(Continuazione e fine vedi pag. 59).

II.

Applicazione ai campi magnetici ed ai motori elettrici a correnti alternate.

13. — Possiamo applicare le considerazioni generali sovraesposte al caso speciale in cui i vettori considerati sono forze magnetiche.

In questo caso le proposizioni degli articoli 8, 9 e 10 mostrano subito come per mezzo di due, o di più campi magnetici alternativi di direzioni fisse si possa produrrre un campo magnetico rotante; esse mostrano perciò come un campo magnetico rotante si possa produrre per mezzo di due o più correnti alternative di fasi diverse; esse comprendono, in altre parole, il principio fondamentale dei motori elettrici a correnti alternative polifasi.

Viceversa la proposizione dell'art. 3 mostra come un campo magnetico alternativo, od un flusso d'induzione alternativo si possa sempre considerare come risultante di due, o di più campi, o di due o più flussi di valore costante, rotanti gli uni verso destra e gli altri verso sinistra. Ora questo modo di considerare un campo magnetico od un flusso d'induzione alternativo può tornare molto utile nello studio delle correnti indotte in conduttori posti nel campo magnetico e delle forze che questo esercita sulle medesime; può per conseguenza tornare utile nello studio de' fenomeni fondamentali in molti apparecchi elettrici, e specialmente nei motori elettrici per correnti alternative. Per dare un esempio di applicazione noi prenderemo qui a trattare di questi ultimi.

14. *Motori sincroni.* — Consideriamo dapprima una armatura costituita da un'unica spirale, della quale le spire sieno in piani perpendicolari ad un asse comune *o a* (fig. 12), e supponiamo che essa possa rotare nel piano della figura, attorno ad un asse *o*, in

un campo magnetico, ove l'induzione magnetica abbia il valore uniforme $\mathcal{B}$ e la direzione costante $o\,B$. Se tale spirale è percorsa da una corrente elettrica, essa equivale ad un magnete di asse $o\,a$, il momento magnetico del quale si ottiene moltiplicando la somma delle superfici delle spire per la intensità della corrente in misura elettromagnetica assoluta. Noi possiamo rappresentare questo magnete, e quindi anche la spirale percorsa dalla corrente, per mezzo di un vettore avente la direzione $o\,a$ ed una grandezza uguale al momento magnetico sovraddetto. Se la corrente è alternativa colla frequenza n, anche il vettore è alternativo colla medesima frequenza, e noi lo possiamo rappresentare, secondo il nostro metodo, in $o\,a\,s\,d$. Il fare uso di questa rappresentazione equivale a sostituire al magnete alternativo $o\,a$ due magneti rotanti, i momenti magnetici dei quali sono rappresentati da $o\,d$ e da $o\,s$. Dicendo A l'ampiezza $o\,a$ e d ed s le grandezze dei due vettori rotanti $o\,d$, $o\,s$, si ha $d = s = \frac{A}{2}$.

Ciò posto, consideriamo le forze esercitate sulla spirale dal campo magnetico in cui essa è collocata. Queste forze si riducono ad una coppia, il cui momento è $B\,a$ sen $\widehat{B\,o\,a}$, e, pel teorema ricordato all'art. 11, è uguale alla somma

$$B\,d \operatorname{sen} \delta + B\,s \operatorname{sen} \sigma,$$

ove con δ e con σ si rappresentano, come più sopra, gli angoli che nell' istante considerato fanno con $o\,B$ i due vettori rotanti destro e sinistro d ed s.

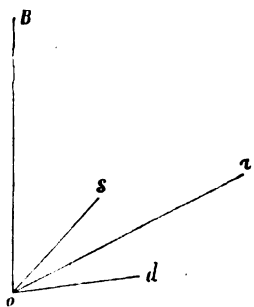



Fig. 12.

Se la spirale è in riposo, i vettori d ed s rotano con la medesima frequenza n l' uno verso destra e l' altro verso sinistra, e, per ciò che si è detto all'articolo 12 (4° caso), i valori medii dei prodotti $B\,d$ sen δ e $B\,s$ sen σ sono ugnali a zero. È quindi uguale a zero il medio valore del momento della coppia considerata.

Se si fa rotare la spirale attorno all'asse o con una frequenza m, gira con essa il vettore $o\,a$, ed i due vettori $o\,d$ ed $o\,s$ prendono a girare con velocità angolari uguali alle somme algebriche di quelle ch'essi hanno relativamente all'armatura e di quella che hanno comune con questa. Se per esempio l' armatura ruota verso la destra, il vettore rotante d gira nello spazio con la frequenza $n + m$, ed il vettore s gira colla frequenza $n - m$. Però finchè m è diverso da n i valori medii dei momenti delle coppie sono ancora uguali a zero.

Ma se $m = n$, la frequenza di d diventa uguale a $2n$ e quella di s si riduce a zero. La corrente dell'armatura equivale allora a due magneti di momento magnetico costante, uno dei quali, d, ruota nel verso dell'armatura con una frequenza doppia, e l'altro, s, sta fisso nello spazio. La direzione fissa di quest' ultimo è quella per cui passa l'asse $o\,a$ della spirale rotante nel momento in cui in essa la corrente alternativa ha l'intensità massima. Tale direzione fa con $o\,B$ un angolo determinato che rappresenteremo con ς. In questo caso il momento della coppia agente sull' armatura non ha più un valore medio uguale a zero: allora infatti è uguale a zero soltanto il momento medio della coppia agente su $o\,d$, ossia il valore medio del prodotto $B\,d$ sen δ; mentre il momento della coppia agente su $o\,s$ ha il valore costante

$$B\,s \operatorname{sen} \varsigma,$$

ossia

$$\frac{1}{2} A\,B \operatorname{sen} \varsigma.$$

Questa coppia tende a chiudere l'angolo $s\,o\,B$. Se tale angolo è, come in figura, a destra di $o\,B$, ossia dalla parte verso cui l'armatura ruota, la coppia si oppone al movimento, obbliga a spendere un lavoro; l'apparecchio funziona come una dinamo. Se invece l'angolo $B\,o\,s$ giace a sinistra di $o\,B$, ossia dalla parte opposta al movimento, la coppia agisce nel verso della rotazione, essa fa un lavoro; l'apparecchio funziona come motore elettrico; esso è nella forma più semplice un motore sincrono.

La coppia motrice di questo motore varia tra o ed $\frac{1}{2}\,A\,B$ quando ς varia tra o e $\frac{\pi}{2}$. Per valori di ς minori di $\frac{\pi}{2}$ il funzionamento del motore è stabile. Se infatti si aumenta la coppia resistente, l'armatura si attarda alquanto, cresce l'angolo ς e cresce con esso il momento della coppia motrice. Se invece si diminuisce la coppia resistente, l'armatura accennna per un momento ad accelerarsi, diminuisce così l'angolo ς e con esso diminuisce la coppia motrice.

15. *Motori asincroni.* — *Armatura chiusa posta in un campo magnetico rotante.* — Consideriamo in secondo luogo una armatura formata di N spire, o di N spirali elementari, chiuse su se stesse in corto circuito e disposte regolarmente ad uguali distanze angolari, in altrettanti piani diametrali, tutt'attorno all'asse di rotazione. Diciamo S la superficie, r la resistenza ed L il coefficiente di autoinduzione di una delle spirali. Immaginiamo poi che l'armatura si trovi in un campo magnetico rotante, nel quale l'induzione magnetica, costante ed uniforme, abbia il valore B e ruoti *relativamente alla armatura* con una frequenza u.

Nella spirale elementare colla normale della quale l'induzione B fa, alla fine del tempo t, un angolo α, passa in tale istante un flusso d'induzione $B\,S\cos\alpha$; quindi, per la variazione di α dovuta alla rotazione di B rispetto all'armatura, si ha nella spirale una forza elettromotrice

$$2\,\pi\,u\,B\,S\,\text{sen}\,\alpha.$$

Questa forza elettromotrice produce nella spirale elementare una corrente di intensità i data dalla formola

$$i = \frac{2\,\pi\,u}{\rho}\,B\,S\,\text{sen}\,(\alpha - \varphi),$$

ove φ è il valore angolare del ritardo di fase della corrente rispetto alla forza elettromotrice, dato dalla relazione

$$\text{tang}\,\varphi = \frac{2\,\pi\,u\,L}{r};$$

e ρ è la resistenza apparente della spirale, ossia

$$\rho = \sqrt{r^2 + 4\,\pi^2\,u^2\,L^2}.$$

Tale corrente equivale ad una lamina magnetica, il cui momento magnetico è uguale ad $i\,S$, ossia a

$$\frac{2\,\pi\,u}{\rho}\,B\,S^2\,\text{sen}\,(\alpha - \varphi),$$

e si può rappresentare con un vettore avente la direzione della normale al piano della spirale, o, come possiamo dire concisamente, la direzione α.

Ora se si proietta questo vettore prima sulla retta che fa con B l'angolo φ, e poi sulla perpendicolare ad essa, si ha rispettivamente

$$\frac{2\,\pi\,u}{\rho}\,B\,S^2\,\text{sen}\,(\alpha - \varphi)\cos\,(\alpha - \varphi), \quad \text{e} \quad \frac{2\,\pi\,u}{\rho}\,B\,S^2\,\text{sen}^2\,(\alpha - \varphi);$$

e se si calcolano i valori medii di queste proiezioni per α compreso tra 0 e 2π, si trova che questi valori medii sono rispettivamente zero e $\frac{1}{2}\frac{2\pi u B S^2}{\rho}$. Dunque le N spirali equivalgono in complesso ad un magnete di momento magnetico.

$$A = \frac{N}{2}\frac{2\pi u}{\rho} B S^2,$$

l'asse del quale fa con la direzione di B l'angolo costante $\varphi + \frac{\pi}{2}$. Tale magnete segue B nella rotazione, stando costantemente indietro, alla distanza angolare $\varphi + \frac{\pi}{2}$. Se nella fig. 13 si suppone che il campo magnetico ruoti *relativamente all'armatnra* nella direzione della freccia u e se OX è perpendicolare alla direzione OB della induzione magnetica, la direzione del magnete equivalente alla armatura è la OA, la quale fa con OX l'angolo $XOA = \varphi$.

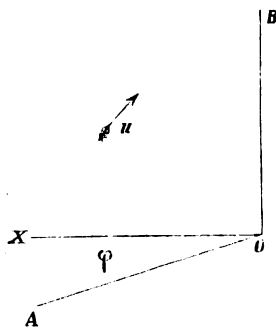



Fig. 13.

16. *Motori a campo rotante.* — Un'armatura come quella che abbiamo ora considerato, collocata in un campo magnetico rotante prodotto per mezzo di un sistema di correnti polifasi, costituisce un motore a campo rotante.

La coppia motrice è quella che il campo magnetico eserciterebbe se al posto dell'armatura vi fosse il magnete equivalente dianzi considerato. Il momento di essa è adunque (fig. 13) AB sen AOB; dicendolo K e ponendo per A il valore trovato nell'articolo precedente, si ha:

$$K = \frac{N}{2} B^2 S^2 \frac{2\pi u . \cos\varphi}{\rho}.$$

Ricordando che $\cos\varphi = \frac{r}{\rho}$, si può scrivere anche

$$K = \frac{N}{2} B^2 S^2 r \frac{2\pi u}{\rho^2},$$

ossia

$$K = \pi N B^2 S^2 \frac{ru}{r^2 + 4\pi^2 u^2 L^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

In questa espressione la lettera u rappresenta la frequenza del *moto relativo* di rotazione del campo magnetico rispetto all'armatura. La formola dà la relazione tra la coppia di rotazione K e la frequenza u; ed è facile vedere quale sia l'andamento della linea, nella quale la formola si traduce quando si prende u come ascissa e K come ordinata.

La (1) si può scrivere

$$K = \frac{\pi N B^2 S^2 r}{\frac{r^2}{u} + 4\pi^2 u L^2},$$

onde appare che K cambia di segno senza cambiare di valore quando si cambia u in $-u$, ha il valore zero per $u = 0$ e per $u = \pm\infty$, ed ha un valore numerico massimo quando i due termini del denominatore, il prodotto dei quali è costante, sono uguali tra di loro, ossia quando

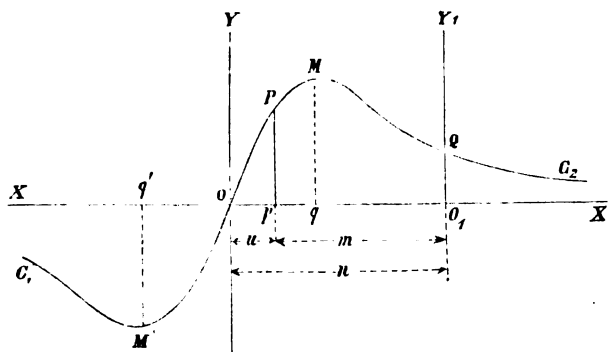
$$u = \pm \frac{1}{2\pi}\frac{r}{L}.$$

Perciò la linea $C_1\, C_2$ (fig. 14) i punti della quale hanno per ascisse i valori di u e per ordinate i corrispondenti valori di K, si compone di due rami omotetici rispetto all' origine O, passa per l' origine, è assintotica da entrambe le parti all' asse delle ascisse e presenta due punti M, M' d' ordinata numericamente massima, i quali corrispondono alle ascisse $+\frac{1}{2\pi}\frac{r}{L}$ e $-\frac{1}{2\pi}\frac{r}{L}$. Il valore del massimo è $\frac{\pi N B^2 S^2}{2}\,\frac{u}{r}$.

L' origine O è un punto d' inflessione, e nelle sue vicinanze la linea si confonde con una retta, la pendenza della quale è $\frac{\pi N B^2 S^2}{r}$. Le ascisse dei punti massimo e minimo M ed M' e la lunghezza del tratto che praticamente si confonde con una retta, crescono col diminuire di $\frac{L}{r}$; al limite per $\frac{L}{r} = 0$, i punti M ed M' andrebbero all' infinito e la linea si trasformerebbe in una retta passante per O colla pendenza $\frac{\pi N B^2 S^2}{r}$.

Fig. 14.

Dato il valore di u, e ritenuto costante L, la coppia K varia colla resistenza r. La legge della variazione apparisce chiara se si mette l'espressione di K sotto la forma

$$K = \frac{\pi N B^2 S^2 u}{r + \frac{4\pi^2 u^2 L^2}{r}}.$$

Per $r = 0$ e per $r = \infty$, K si annulla; per $r = \frac{4\pi^2 u^2 L^2}{r}$, ossia per

$$r = 2\pi u L$$

esso è massimo; il valore del massimo è $\frac{\pi N B^2 S^2 u}{2r}$, come sopra. È da notare che il valore di r, a cui corrisponde il massimo di K, è proporzionale alla frequenza u del moto relativo tra il campo e l'armatura.

17. — In ciò che precede si è considerata la relazione tra la coppia di rotazione e la frequenza u del *moto relativo* del campo rotante rispetto alla armatura. Per trovare ora la relazione tra la coppia e la velocità della rotazione dell' armatura basta osservare, che se si rappresenta, come al solito, con n la frequenza del campo magnetico rotante, e se con m si rappresenta la frequenza della rotazione dell'armatura, ossia il numero di giri che l'armatura fa in 1″, si ha

$$u = n - m.$$

Portando questo valore nella (1) si ha

$$K = \pi N B^2 S^2 \frac{r(n-m)}{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n-m)^2}, \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

la quale dà la relazione cercata.

La curva in cui si traduce questa formola, quando si prende come ordinata la coppia K e come ascissa la frequenza m della rotazione dell'armatura, si può dedurre subito dalla curva $C_1\, O\, C_2$ della fig. 14; anzi è la stessa curva riferita soltanto ad altri assi di coordinate. Si porti infatti su $O X'$ una lunghezza $O\, O_1 = n$, e sia p il

piede dell'ordinata di un punto qualunque P della curva $C_1 C_2$; si ha $O_1 p = O O_1 - O p = n - u = m$. Dunque se si prende il punto O_1 come origine delle coordinate, la retta $O_1 Y_1$ parallela ad $O Y$ come asse delle ordinate e la $O_1 O X$, diretta da destra verso sinistra, come parte positiva dell'asse delle ascisse, la linea $C_1 M' O P M Q C_2$ è senz'altro quella i punti della quale hanno per coordinate i valori di m e di K.

La curva mette in evidenza le principali proprietà del motore. Bisogna distinguere due casi: il caso di $n \leqq \frac{1}{4\pi} \frac{r}{L}$ e quello di $n > \frac{1}{4\pi} \frac{r}{L}$.

Nel primo caso, quando $n \leqq \frac{1}{2\pi} \frac{r}{L}$, quando cioè $2 \pi n L \leqq r$, si ha $O O_1 \leqq O q$, l'origine O_1 cade a sinistra di q, od in q. Allora K ha il valor massimo per $m = 0$: la coppia motrice è massima quando l'armatura non ruota ancora, è massima nel momento della messa in moto. Se a partire dal riposo, ossia da $m = 0$, si fa crescere m, K diminuisce fino ad annullarsi per $m = n$ e a diventare negativo per $m > n$. Il funzionamento del motore è stabile. Infatti se cresce la coppia resistente e se perciò diminuisce m, cresce $p P$, cresce cioè anche la coppia motrice K fino a diventare uguale al nuovo valore della coppia resistente. Se viceversa diminuisce la coppia resistente e se perciò la velocità aumenta, diminuisce $p P$, ossia diminuisce anche la coppia motrice K fino a ristabilire l'equilibrio.

Nel secondo caso, quando $n > \frac{1}{2\pi} \frac{r}{L}$, ossia quando $2\pi n L > r$, si ha $O O_1 > O q$, l'origine O_1 cade a destra di q. Allora per $m = 0$ la coppia motrice K ha un valore $O_1 Q$ minore del massimo $q M$. Se si fa crescere m a partire dal valor zero, K comincia a crescere e raggiunge il valore massimo $q M$ quando $m = O_1 q = O_1 O - O q = n - \frac{r}{2 \pi L}$. Dopo di ciò, se m cresce ancora, K diminuisce fino ad annullarsi per $m = n$ ed a diventare negativo per $m > n$. Il funzionamento del motore è stabile per $m > O_1 q$, ossia per $m > n - \frac{r}{2 \pi L}$, perchè allora, come nel caso precedente, un aumento della coppia resistente, provocando una diminuzione di m, dà luogo ad una diminuzione di K, per cui si ristabilisce l'equilibrio. Ma per $m \overline{\gtrless} n - \frac{r}{2 \pi L}$ il funzionamento del motore è instabile. Se infatti per un aumento della coppia resistente si verifica una diminuzione di m, questa diminuzione dà luogo ad una diminuzione della coppia motrice K e quindi ad una ulteriore diminuzione di m; e questo effetto si riproduce e si moltiplica fino a tanto che il motore si riduce al riposo.

In tutti i casi K si riduce a zero per $m = n$ e diventa negativo per $m > n$. Ciò vuol dire che in ogni caso non si può far girare l'armatura con una frequenza superiore a quella delle correnti, se non per mezzo di una coppia motrice applicata dallo esterno all'albero, se non colla spesa di un lavoro. La coppia a ciò necessaria ha il momento massimo $q' M'$ quando

$$m = O_1 O + O q' = O_1 O + O q = n + \frac{r}{2 \pi L}.$$

Nel secondo caso or ora considerato, quando cioè $2 \pi n L > r$, può accadere (è accade comunemente quando n è grande) che il valore $O_1 Q$ di K corrispondente ad $m = 0$ sia insufficiente per l'avviamento del motore. Allora si può aiutare l'avviamento inserendo nel circuito dell'armatura una resistenza non induttiva, facendo cioè crescere r senza aumentare L. Infatti il valore K_0 di K che la formola (2) dà per $m = 0$, valore che si può scrivere:

$$K_0 = \pi N B^2 S^2 \frac{n}{r + \frac{4 \pi^2 n^2 L^2}{r}},$$

è massimo per $r = 2 \pi n L$; e perciò, finchè r è minore di $2 \pi n L$, esso cresce col crescere di r. L'efficacia di questo artifizio per accrescere K_0 nel momento della messa in marcia è tanto maggiore quanto più è grande la frequenza n delle correnti adoperate; ed è precisamente nel caso di grandi frequenze che esso può essere necessario. Il motore può avviarsi da sè, senza speciali provvedimenti, ed ha un funzionamento più stabile quando la frequenza n è piccola.

18. *Armatura chiusa posta in un campo magnetico alternativo. Motori asincroni monofasi.* — Si immagini ora che la stessa armatura già considerata all'art. 15 sia collocata, non più in un campo magnetico rotante, ma in un campo magnetico alternativo di direzione fissa; ciò che allora ha da accadere si può facilmente dedurre dalle cose or ora dette.

Il campo magnetico alternativo equivale a due campi rotanti in direzioni opposte; similmente le correnti indotte nell'armatura equivalgono a due magneti rotanti in direzioni opposte; sull'armatura agisce adunque una coppia uguale alla risultante di quelle esercitate dai due campi sui due magneti rotanti. Ma per le cose dette all'art. 12, caso 3°, i valori medii delle coppie prodotte da ciascuno dei campi sul magnete rotante nel verso opposto sono uguali a zero, dunque il valore medio del momento della coppia risultante totale agente sull'armatura è semplicemente uguale alla differenza tra quello della coppia che il campo rotante verso destra esercita sul magnete rotante verso destra, e quello della coppia che il campo rotante a sinistra produce sul magnete rotante verso sinistra. Detti K_1 e K_2 i momenti di queste due coppie, e detto K il momento della coppia risultante agente sull'armatura, preso come positivo quando la coppia è diretta verso la destra, si ha

$$K = K_1 - K_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Le coppie K_1 e K_2 si calcolano colla formola (1) dell'art. 16. Si deve a quest'uopo ritenere che $\mathcal{B}$ rappresenti il valore della induzione magnetica in ciascuno dei due campi rotanti in cui si è scomposto il campo alternativo dato, si deve cioè ritenere che il valore massimo dell'induzione magnetica in quest'ultimo sia rappresentato con con $2B$. Si devono poi sostituire nella formola, alla frequenza u del moto relativo, successivamente i valori u_1 ed u_2 corrispondenti ai moti che i due campi rotanti hanno *relativamente all'armatura*. Ora se si suppone che l'armatura ruoti *verso destra* con una frequenza m, e se si rappresenta con n la frequenza del campo magnetico alternativo, si ha

$$u_1 = n - m, \qquad u_2 = n + m;$$

dunque

$$K_1 = \pi N B^2 S^2 \frac{r(n-m)}{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n-m)^2}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$K_2 = \pi N B^2 S^2 \frac{r(n+m)}{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n+m)^2}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

e quindi

$$K = \pi N B^2 S^2 r \left[\frac{n-m}{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n-m)^2} - \frac{n+m}{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n+m)^2} \right] \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Le linee, che rappresentano le relazioni tra K_1, K_2, K e la frequenza m della rotazione dell'armatura, si possono ricavare subito dalla $C_1 O C_2$ che nella figura 14 rappresenta l'equazione (1):

La $C_1 O C_2$ è riprodotta e segnata colle stesse lettere nella figura 15, ove, come nella 14, il punto O è l'origine delle u ed il punto O_1, alla distanza $O O_1 = n$ da O, è l'origine delle m.

Si prenda (figura 15) $O_1 p_1 = O_1 p_2 = m$, e si tirino le corrispondenti ordinate $p_1 P_1$ e $p_2 P_2$; si ha subito: $O p_1 = O O_1 - p_1 O_1 = n - m$ ed $O p_2 = O O_1 + O_1 P_2 = n + m$. Dunque le ordinate $p_1 P_1$ e $p_2 P_2$ rappresentano rispettivamente K_1 e K_2. Per avere K basta sottrarre $p_2 P_2$ da $p_1 P_1$. Se si prende su $p_1 P_1$ il segmento $P_1 P = p_2 P_2$, il rimanente segmento $p_1 P$ rappresenta K, ed il punto P è un punto della curva che dà K in funzione di m, riferita agli assi coordinati $O_1 X$ ed $O_1 Y_1$.

Quale debba essere l'andamento della linea K si vede anche più chiaramente se si disegna in $Q P_0 C_0$ la linea simmetrica, rispetto all'asse $O_1 Y_1$, alla porzione $Q P_2 C_2$ della $C_1 O C_2$. Allora il valore di K corrispondente al valore $O_1 p_1$ di m risulta rappresentato dal segmento $P_0 P_1$ compreso fra le due linee $Q P_1 C_1$ e $Q P_0 C_0$. A questo segmento è uguale, per la linea K, l'ordinata $p_1 P$ corrispondente all'ascissa $m = O_1 p_1$.

L'esame della curva K mette in chiaro le principali proprietà del motore. Il momento K della coppia agente sull'armatura è nullo quando $m = 0$, ossia quando l'armatura è in riposo; ma se questa gira, subito K prende valori diversi da zero, e se la frequenza m della rotazione non supera il valore rappresentato in figura con $O_1 A$, esso è positivo, ossia la coppia ha il verso stesso della rotazione, è una coppia motrice. Se, partendo dal riposo, l'armatura prende velocità crescenti, la coppia, nulla da principio, va crescendo anche essa fino ad un massimo, raggiunto il quale, se m seguita a crescere, essa diminuisce rapidamente, e si riduce di nuovo a zero quando m raggiunge un determinato valore $O_1 A$ alquanto inferiore ad n. Pei valori di m maggiori di $O_1 A$ la coppia K diventa e rimane sempre negativa, ossia essa è opposta alla rotazione, è una coppia resistente.

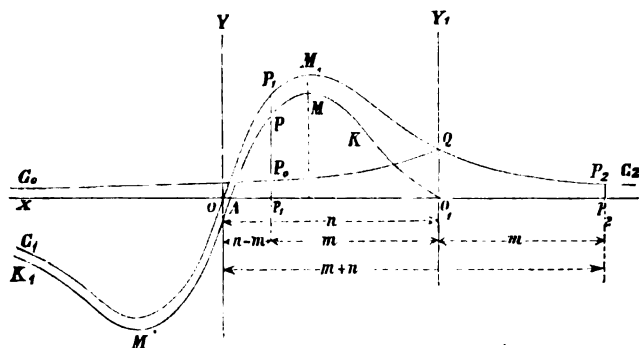



Fig. 15.

Il tratto discendente $M M'$ della curva corrisponde ad un funzionamento stabile del motore. Infatti se mentre l'armatura gira colla frequenza $m = O_1 p_1$ e colla coppia motrice $p_1 P$, la coppia resistente viene ad aumentare alquanto e diventa maggiore di $p_1 P$, la velocità dell'armatura diminuisce, $O_1 p_1$ diminuiste, e cresce la coppia motrice $p_1 P$ fino a ristabilire l'equilibrio. Se similmente lo coppia resistente viene a diminuire, l'armatura si accelera, p_1 si sposta verso sinistra e la coppia motrice $p_1 P$ diminuisce anch'essa.

Invece il funzionamento non è stabile pel tratto ascendente $O_1 M$ della linea, ossia per valori di m minori di quello a cui corrisponde il massimo della coppia motrice. Allora infatti una diminuzione di velocità dovuta ad un eccesso della coppia resistente sulla coppia motrice provoca una diminuzione di quest' ultima e quindi una ulteriore diminuzione di velocità, la quale si moltiplica e si continua fino a che l' armatura si ferma completamente.

Il tratto discendente dalla linea K, pel quale si ha un funzionamento stabile, ha

una pendenza di poco inferiore a quella della vicina linea $C_1 O C_2$, e la pendenza di questa nel punto O (art. 16) è uguale a $\frac{\pi N B^2 S^2}{r}$. Similmente il punto massimo della linea K dista assai poco da quello della linea $C_1 O C_2$, l'ascissa del quale è $n - \frac{1}{2\pi} \frac{r}{L}$ (art. 16). Dunque se è piccola la resistenza r, il tratto utile della linea K ha una grande pendenza, e, se non è piccolissima l'induttanza L, i valori di m ad esso corrispondenti sono compresi fra limiti l'uno all'altro molto vicini. Ciò accade appunto spesso nella pratica: il motore è bensì asincrono, ma i limiti fra i quali la velocità può variare compatibilmente colla stabilità del funzionamento sono spesso molto ristretti.

La linea $Q P_1 O C_1$ (fig. 15) è quella che rappresenterebbe la relazione tra la coppia motrice e la velocità quando l'armatura, invece di essere collocata in un campo alternativo ove l'induzione magnetica ha il valore massimo $2 B$, fosse collocata in un semplice campo magnetico rotante, ove l'induzione avesse il valore costante B. Perciò la fig. 15 mette in chiaro le analogie e le differenze che esistono tra le proprietà di un motore asincrono a campo alternativo e quelle di un motore a campo rotante.

Se n non è molto piccolo, e se la resistenza r dell'armatura è, come di solito, assai piccola, le due linee $Q P_1 O C_1$ e $O_1 K P A K_1$ corrono vicinissime l'una all'altra per tutti i valori di m superiori a quelli pei quali i motori cominciano ad avere un funzionamento stabile. Dunque per tutte le velocità compatibili con un funzionamento stabile il motore monofase si comporta approssimativamente come il motore a campo rotante; solamente la coppia motrice è in esso alcun poco più piccola e si annulla per un valore di m alcun poco minore di n. Le due linee si scostano invece notevolmente l'una dall'altra nelle parti corrispondenti alle velocità minori; e la differenza caratteristica che da ciò deriva è che per $m = 0$ il momento della coppia motrice, che nel motore a campo rotante può avere un valore $O_1 Q$ anche notevole, è nullo nel motore monofase; il motore a campo rotante può avviarsi da sè, il monofase non lo può.

L'espressione (6) della coppia motrice di un motore monofase si può trovare facilmente anche senza ricorrere al nostro metodo di trattazione de' vettori alternativi; essa fu infatti dimostrata dal dott. J. Sahulka direttamente con procedimento puramente algebrico (1), ed è notissima. Ma l'esservi arrivati col nostro metodo giova alla intelligenza delle ragioni fisiche dei fatti, e mette in evidenza le relazioni che esistono tra un motore a campo alternativo ed uno a campo rotante. Un motore a campo alternativo si presenta come un motore a campo rotante differenziale; le sue proprietà si derivano direttamente da quelle dei motori a campo rotante.

19. — Inoltre varie considerazioni si presentano, le quali sarebbero meno ovvie colla trattazione analitica ordinaria.

Una di queste si riferisce alla natura delle correnti nell'armatura ed alle reazioni di esse sull'induttore. Le correnti dell'armatura equivalgono, come abbiamo dimostrato, a due magneti rotanti in versi opposti. I vettori che rappresentano questi magneti girano nello spazio con velocità angolari uguali e precisamente colla frequenza n del campo magnetico alternativo; essi adunque (art. 4, *b*) equivalgono al sistema di un vettore rotante e di un vettore alternativo. Ciò vuol dire che le correnti indotte nell'armatura producono nello spazio un flusso di induzione magnetica, il quale si può

(1) J. Sahulka, *Theorie der Thomson'schen (Brown'schen) Motoren für gewöhnlichen Wechselstrom.* « Elektrotechnische Zeitschrift » — Berlin, 7 Juli 1893, pag. 391.

*

considerare come risultante dalla sovrapposizione di due flussi, uno di valore costante e di direzione rotante e l'altro di valore alternativo e di direzione fissa. Consideriamo l'uno dopo l'altro questi due flussi.

Flusso rotante. — Il flusso rotante è proporzionale alla differenza tra i *valori assoluti* dei vettori che rappresentano i due magneti rotanti equivalenti alle correnti dell'armatura (art. 4, *b*). Perciò esso è proporzionale ad

$$y_1 - y_2$$

ove con y_1 e con y_2 si rappresentino i valori *assoluti*, corrispondenti ad

$$u = n - m \quad \text{e ad} \quad u = n + m,$$

della funzione y di u data dalla formola

$$y = \frac{u}{\sqrt{r^2 + 4\pi^2 u^2 L^2}}.$$

Per farsi un'idea del modo di variare di esso in funzione di m basta considerare l'andamento di y. Ora y ha valori assoluti uguali per u e per $-u$, è uguale a zero per $u = 0$, cresce col crescere di u e per $u = \pm\infty$ tende assintoticamente verso il valore limite $\frac{1}{2\pi L}$. Se adunque (fig. 16) si prendono come ascisse i valori di u e come ordinate i valori assoluti di y, e se si prende come origine il punto O e come direzione positiva dell'asse delle u la OX', si trova la linea $F_1 O F_2$ che ha per assintoto la retta LL parallela all'asse delle ascisse. Per trovare $y_1 - y_2$ si prendano $OO_1 = n$ ed $O_1 p_1 = O_1 p_2 = m$; risultano $Op_1 = n - m$, $Op_2 = n + m$, quindi le ordinate $p_1 P_1$ e $p_2 P_2$ rappresentano y_1 ed y_2 e si ha subito $y_1 - y_2 = p_1 P_1 - p_2 P_2 = -(p_2 P_2 - p_1 P_1)$.

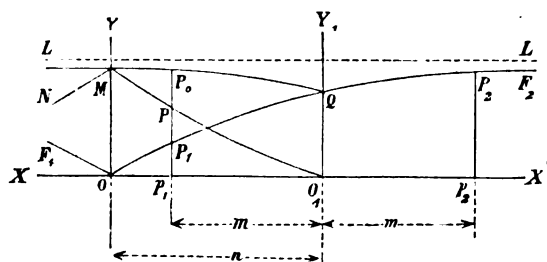



Fig. 16.

Il modo di variare di questa differenza apparisce chiaro se si disegna in QP_0M la linea simmetrica rispetto ad $O_1 Y_1$ alla QP_2F_2. Allora si sa $y_1 - y_2 = -P_1 P_0$. Si può, se si vuole, prendere questa lunghezza come ordinata, e così si trova, che prendendo come origine il punto O_1, come asse delle ordinate la retta $O_1 Y_1$ e come direzione positiva dell'asse delle ascisse la $O_1 X$, $y_1 - y_2$ è rappresentata in funzione di m dalla curva $O_1 PMN$.

Il segno (—) del valore trovato derivante dall'essere $p_2 P_2 > p_1 P_1$ dice che il flusso considerato ruota verso la sinistra, ossia in direzione opposta al movimento dell'armatura. Ora questo flusso che ruota verso la sinistra, produce nel metallo della parte fissa della macchina correnti indotte sulle quali poi esso esercita forze tendenti a trascinarle nella propria rotazione, verso la sinistra. Dunque viceversa le correnti indotte nella parte fissa della macchina sollecitano l'armatura a girare verso la destra, nel verso cioè nel quale essa già si muove. Quindi risulta che il flusso rotante dovuto alle correnti nell'armatura provoca correnti indotte, le quali aiutano la rotazione e dànno luogo ad una coppia, che si aggiunge alla coppia principale di cui si è parlato nell'articolo precedente.

Il valore della coppia dovuta alle correnti indotte varia col variare di m e cresce col crescere dell'ordinata $p_1 P$ della linea $O_1 MN$. Essa è nulla per $m = 0$ e mas-

sima per $m = n$. In grazia di essa la coppia totale agente sull'armatura invece di annullarsi per $m = O_1 A$ (fig. 15), non si annulla se non per un valore alcun poco più grande, più vicino ad n.

Flusso alternativo. — Il vettore alternativo risultante dalla composizione di due vettori rotatorii di versi opposti ha una ampiezza uguale al doppio del più piccolo fra i due vettori componenti (art. 4). Perciò il flusso alternativo è proporzionale a

$$\frac{n - m}{\sqrt{r^2 + 4\pi^2 L^2 (n - m)^2}}.$$

Esso può essere nullo solamente per $m = n$.

Prof. GALILEO FERRARIS.

ALCUNE ESPERIENZE DI RADIOFONIA

Già da lungo tempo aveva in animo di provare a far cadere con rapide intermittenze un piccolo fascio di luce solare sui contatti mobili di un microfono a carbone, evitando la temperatura di combustione, con la speranza di poter così eccitare in essi un lieve movimento di vibrazione, capace di destare un suono nel telefono messo opportunamente in circuito con esso. Essendomi riuscito impossibile avere un impianto opportuno per sì delicate esperienze, dovetti rinunziarvi, e limitai le mie ricerche a studiare l'effetto delle radiazioni intermittenti sopra i soli microfoni a polvere. Fra questi, ho adoperato pel primo quello di Argy, formato da una piccolissima scatola cilindrica *m*, *n*, di metallo bianco; il diametro dei fondi è cent. 2,8; la profondità di soli 3 millimetri; questa scatola, somigliantissima a quella de' barometri aneroidi, di cui si può dire la riproduzione in piccolissime dimensioni, è piena per tre quarti di granuli di carbone artificiale. A ciascuno de' fondi, mercè un forellino praticato nel centro, è fissato normalmente un piccolo cilindretto di carbone (*a*, *b*) isolato dalla parete metallica: le estremità interne di essi penetrano nella cavità della scatoletta e vengono così a contatto con i granuli di carbone; le estremità esterne si fanno comunicare con i reofori che vanno alla pila ed al telefono. Con questo microfono non si usa intercalare nel circuito il rocchetto d'induzione, di guisa che la corrente che arriva al telefono è proprio quella che ha attraversato il microfono. Parlando innanzi a questo microfono, le vibrazioni sonore si trasmettono a' granuli interni di carbone, pel cui peculiare movimento la corrente che vi passa, diventa ondulatoria; e giunta al telefono, vi riproduce le stesse parole pronunziate innanzi al microfono.

Per eseguire dunque la mia esperienza ho disposte le cose nel seguente modo. Per un'apertura circolare del diametro di cent. 10, praticata nell'imposta di una finestra, penetra nella stanza, riflesso da uno specchio piano collocato di fuori, un fascio oriz-

zontale m, n di luce solare diretta; alla distanza di otto metri dalla finestra esso traversa una lente biconvessa c, fissata in un foro praticato nella bussola che è di fronte, e così passa nella stanza seguente, dove va a raccogliersi proprio sul fondo anteriore del microfono, formandovi la piccola immagine d luminosa e caldissima del sole. La lente ha un diametro di cent. 10 ed una distanza focale di cent. 22. Presso la finestra, appena entrato nella stanza, il fascio di luce incontra normalmente l'interruttore, cioè un disco di cartone verticale del diametro di cent. 75, avente otto fori equidistanti presso la circonferenza. Dando a questo disco, mercè un pedale, un moto più o meno rapido di rotazione, si rende intermittente la radiazione che giunge sulla lente. Il disco interruttore, come ho detto, è di cartone robusto fissato secondo due diametri su due larghe piastre di ferro a croce, nel cui centro trovasi l'asse di rotazione. Questo interruttore mi ha servito abbastanza bene; è leggiero, e nel girare non fa un gran rumore. Mi è stato necessario mettere l'interruttore presso la finestra per impedire che il rumore del suo movimento potesse giungere al microfono, posto, per la stessa ragione, a considerevole distanza nella stanza seguente, avendo avuto anche cura di foderar la bussola con un pannolano. Se avessi potuto avere a mia disposizione un piccolo interruttore mosso da un motorino elettrico, certo avrei disposto le cose altrimenti.

Collocati pertanto così gli apparecchi, facendo girare il disco interruttore molto adagio in modo da avere solo pochissime interruzioni a 1″, si ascolta nettamente da chi sta al telefono, come il rumore di un lieve soffio, che si ripete esattamente ad ogni singola interruzione della radiazione; di guisa che chi ascolta al telefono può benissimo, dal numero dei soffi che sente, numerare quello delle interruzioni della radiazione. Si può perciò fare anche a meno di usare l'interruttore: basta con la mano tagliare il fascio di luce per sentire al telefono quel soffio speciale. Facendo girare sempre più rapido l'interruttore, i soffi si succedono più frequenti, pare che tendono a fondersi in un suono, ma nel tempo istesso la loro intensità diminuisce, quasi si allontanassero; e così ad una certa velocità dell'interruttore questo fenomeno acustico diventa presso a poco impercettibile. Il soffio che si avverte, rassomiglia molto a quello che dà la sirena acustica allorchè il suo disco mobile comincia a girare, prima che le pulsazioni dell'aria si succedano così rapide da dare un suono determinato.

La radiazione solare agisce in questo fenomeno per i suoi raggi termici; difatti, affumando il fondo metallico del microfono su cui cade il sole, il soffio si fa più forte; invece sparisce se la radiazione, prima di giungere al microfono, traversa una soluzione di allume, o anche semplicemente uno strato più spesso di acqua.

Pare dunque sicuro che ogni volta che la radiazione colpisce la superficie metallica del microfono, vi determina una subitanea dilatazione, e poi una contrazione allorchè cessa; questa vibrazione del fondo, trasmessa a' granuli di carbone interni, vi eccita uno speciale movimento, pel quale la corrente elettrica che passa per i granuli stessi, resta modificata ed eccita così nel telefono quel soffio speciale. Non è sicuro però se questa peculiare agitazione nei granuli di carbone venga loro trasmessa direttamente traverso lo spessore della parete metallica, ovvero che questa comunichi la sua vibrazione al cilindretto di carbone che porta fisso nel centro, e questo poi alla sua volta lo trasmetta alla polvere.

Per assicurarmi quale fosse la via seguita, ho fatto numerose esperienze, che qui per brevità non ripeto, limitandomi solo a dirne una, che mi pare decisiva. Ho fatto costruire un microfono semplicissimo; esso è formato da una scatoletta cilindrica un poco più grande di quella di Argy, ripiena per tre quarti di granuli di carbone: la parete convessa di questa piccola scattola è un anello di ebanite alto tre mm., chiuso da

una parte e dall'altra da due fondi metallici piani e fissati sull'anello o con viti o con la rimboccatura de' fondi stessi, i quali restano così isolati dall'ebanite l'uno dall'altro. Fissato questo microfono su di una lamina di legno fortemente inclinata, e fatti comunicare i fondi con i reofori che vanno ad una pila ed al telefono, si ottiene, mercè di esso, la trasmissione della parola così bene come con quello di Argy. Questo microfono è semplicissimo; quanta differenza con i primi microfoni a polvere così complicati e di così difficile uso, che, per farli andare, spesso era necessario spendervi lunghe ore! Sarebbe questo fatto un nuovo esempio che nella ricerca umana la soluzione più semplice è spesso l'ultima a destarsi nel nostro spirito. Ora, sostituendo questo microfono a quello di Argy, si ascolta al telefono lo stesso soffio, nè più ne meno, come con questo. Questa esperienza mi pare decisiva per affermare che la vibrazione destata alla superficie del fondo metallico si trasmette a' granuli interni di carbone traverso lo spessore del fondo stesso. Però anche con questo microfono, facendo girare più rapido l'interruttore, i soffi scemano d'intensità fin quasi ad estinguersi, ed anche così mi fu impossibile avere un suono determinato.

In questo mentre ebbi occasione di conoscere un nuovo microfono a polvere, che trovasi da qualche anno in esperimento alla stazione centrale della Società napoletana de' telefoni. Questo microfono, sistema Hunnings, adottato dalla Società telefonica di Anversa, è formato nelle sue parti essenziali da un cilindro basso e massiccio di carbone, con i fondi quasi verticali, alto un centimetro e del diametro di tre centimetri; nella massa del cilindro, da un fondo all'altro, sono praticati cinque fori che sono ripieni con granuli di carbone; ciascun foro ha un diametro di sei mm. Su ciascun fondo del cilindro trovasi una lamina metallica piana, dello spessore poco meno di due decimi di millimetro: la lamina posteriore è proprio in contatto col fondo del cilindro e con i granuli di carbone: invece la lamina anteriore, innanzi alla quale si parla, dista dal fondo *a*, *b* del cilindro per poco più di un decimo di millimetro, di guisa che i granuli di carbone si versano in parte in questo spazietto vuoto, e stabiliscono un contatto libero e mobilissimo con la lamina. I granuli non possono venir fuori e disperdersi perchè hanno un diametro maggiore della distanza che passa tra la lamina ed il fondo anteriore del cilindro. Le due lamine metalliche si mettono in circuito con una pila e con la spirale primaria di un piccolo rocchetto d'induzione, la cui spirale secondaria va al telefono. La parola trasmessa da questo microfono viene ripetuta al telefono con una intensità veramente meravigliosa; la voce di chi parla innanzi al microfono vien fuori dal telefono così rimbombante che quasi l'orecchio di chi ascolta ne resta offeso.

La grande sensibilità di questo microfono mi faceva sperare di poter riuscire; e di fatti, messo alla prova, il suono tanto aspettato si è fatto alla fine sentire. Collocato il microfono a posto, e messo in moto l'interruttore, si comincia col sentire il soffio, ma girando più rapido in modo da avere un centinaio d'interruzioni al secondo, il soffio sparisce e si ascolta in vece un suono debole, la cui altezza è affatto determinata. Facendo girare l'interruttore più rapido o più lento, l'altezza del suono si modifica in proporzione. Spesso ho fatto dare all'interruttore la massima velocità di cui era capace, e poi ho fatto lasciare il pedale; la velocità di rotazione del disco di cartone va così rapidamente scemando, ed il suono, per chi ascolta al telefono, va rapidamente divenendo più grave fino ad estinguersi. Per allontanare il dubbio che il suono così ottenuto, fosse dovuto al rumore dell'interruttore che si comunica al microfono, basta arrestare la radiazione, pur continuando a far girare l'interruttore: il suono sparisce interamente.

È quasi inutile ripetere che le radiazioni efficaci sono le termiche: difatti, affumando la parete anteriore del microfono il suono si fa abbastanza più forte; e sparisce, facendo attraversare la radiazione da mezzi poco o nulla diatermici. Non ho potuto provare quali sieno fra i raggi termici quelli che meglio convengano, ma sono sicuro che le radiazioni rosse ed infra rosse riuscirebbero le più adatte; di guisa che il microfono funziona come un termofono. È necessario ricordare che il microfono Hunnings con il lungo uso perde alquanto della sua sensibilità: in questo caso la voce trasmessa al telefono è meno squillante, ed allora il suono si sente assai poco. Per ridargli la sensibilità primitiva, è necessario aprirlo, scuotere i granuli di carbone e rimetterli bene a posto.

È necessario altresì che l'imagine del sole al fuoco della lente sia abbastanza calda in modo da carbonizzare per lo meno la carta sulla quale per prova si fa cadere: perciò è preferibile fare questi esperimenti nella stagione calda e col cielo niente caliginoso.

È bene altresì notare di non far riscaldare troppo, col prolungarsi della esperienza la lamina del microfono, perchè in questo caso il suono si fa anche più debole. Ho sostituito una lamina d'argento a quella di ferro laminato ed indorato, che si trova nella faccia anteriore del microfono Hunnings, e mi è sembrato che il suono non fosse mutato.

Sono già parecchi anni da che furono eseguite in Europa ed in America, da ben noti fisici, fra i quali Bell, Tyndall, Preece, Tainter, Mercadier ed altri, numerose esperienze di radiofonia; dalle quali venne riconosciuto che un gas o un vapore, colpiti da una radiazione termica intermittente, acquistano un moto vibratorio sonoro; non tutti però furono d'accordo nel riconoscere che un solido possa far lo stesso: vi fu una lunga controversia, nella quale chi affermava e chi negava: infine le ricerche del Mercadier eseguite nel 1885 mostrarono la possibilità di questo fatto. L'esperienza da me eseguita col microfono Hunnings, è certamente decisiva per affermare senza alcun dubbio, e nella forma più semplice e diretta, che una lamina metallica anche di una certa spessezza, colpita alla superficie da una radiazione termica intermittente abbastanza intensa, subisce rapide e regolari dilatazioni e contrazioni in modo da dar luogo ad una vera vibrazione termica, capace di tradursi poi in una vibrazione sonora; cosicchè omettendo le trasformazioni intermedie, si può dire che essa agisca come un trasformatore di energia radiante termica in energia radiante sonora.

Prof. E. Semmola.

SULLA RAPIDITÀ DEI FENOMENI FOTO-ELETTRICI
DEL SELENIO.

È da tempo conosciuta la proprietà del selenio di variare di resistenza elettrica sotto l'azione di un fascio di raggi luminosi. Bell la utilizzò nel suo fotofono. Mercadier riuscì ad ottenere, servendosi di un ricevitore a selenio, un suono composto di 1800 vibrazioni a minuto secondo.

Tali fatti hanno permesso di conchiudere che l'energia luminosa eserciti sulla resistenza elettrica del selenio un'azione, la quale, di qualunque natura essa sia, si produce e scompare con una certa rapidità.

Noto incidentalmente come Bellati e Romanese volendo constatare sino a qual punto arrivasse tale rapidità istituirono un'esperienza (1) le cui conclusioni non mi son parse sufficientemente rigorose.

Molti hanno pensato alla possibilità di utilizzare l'accennata proprietà del selenio in un apparecchio atto alla trasmissione delle immagini mobili, per mezzo dell'elettricità. Riflettendo alla natura di un tale apparecchio si arriva alla conclusione che esso sarebbe realizzabile qualora si potesse scomporre l'immagine in un numero grandissimo di piccole particelle luminose; tali particelle dovrebbero esercitare delle azioni sulla resistenza elettrica di un conduttore (p. es. il selenio), le quali dovrebbero prodursi e sparire in circa 2 milionesimi di secondo ciascuna. Non insisto sulla dimostrazione di ciò perchè altro è lo scopo della presente Nota. Ma espongo un' esperienza da me fatta, al fine di vedere se l'azione della luce sul selenio fosse tanto rapida.

Cellule al selenio. — La proprietà foto-elettrica del selenio non si mette in evidenza che in ispeciali condizioni di tale corpo. È controversa, finora, la spiegazione di questo fenomeno. Sembra a me molto fondata l'ipotesi di attribuire a dei seleniuri l'azione della luce sul selenio. È infatti accertato che gli elettrodi fra cui si interpone il selenio debbano essere formati da alcuni metalli piuttosto che da altri, al fine di avere un massimo nella manifestazione del fenomeno.

I migliori metalli atti alla costruzione di cellule al selenio sono l'ottone, lo zinco, od il ferro ed il rame leggermente stagnati. Oltre agli elettrodi fra cui si interpone il selenio occorre badare allo stato di questo. Il selenio affinchè sia sensibile deve essere cristallino ed è bene che, per il suo facile uso, sia della più piccola resistenza elettrica. Ambedue queste condizioni si raggiungono mantenendolo per qualche tempo ad una temperatura prossima al suo punto di fusione.

Molte sono le disposizioni degli elettrodi metallici fra cui si interpone il selenio. Io ho cercato di ridurre le dimensioni della cellula il più che mi è stato possibile, pur non lasciando ad essa una resistenza eccessivamente grande. Ciò, perchè è incomodo lavorare con delle cellule le quali presentino una grande superficie su cui debba cadere la luce. La superficie da me adottata è stata di circa un centimetro quadrato. Il metallo adoperato è stato l'ottone. Ho anche adoperato il rame, che in commercio si trova in foglie molto più sottili; ma a mio giudizio si comporta meglio quella lega.

Ogni cellula era composta di circa 100 lastrine di ottone dello spessore di $^1/_{15}$ di millimetro poste l'una sull'altra e separate da altre lastrine di mica di $^1/_{30}$ di mm. di spessore. La grandezza di ciascuna lastrina era quella indicata nella figura 1. Ognuna di esse portava un'appendice *A*, la quale era a destra per le lastrine di ordine pari, a sinistra per quelle impari. La mica in figura è rappresentata dal rettangolo *M N P Q*. Un pacchetto di lastrine così fatto veniva fermato con una morsetta, venendo con ciò a toccarsi fra loro le lastrine pari, e le lastrine impari. Due serrafili uniti alle due serie di lastrine servivano ad inviare la corrente elettrica. La superficie presentata dal lato *M N* veniva portata a pulimento in guisa da rendere impossibile qualsiasi contatto metallico fra due lastrine consecutive. Il tutto così preparato veniva scaldato alla temperatura di fusione del selenio (211°) e, con una matita di questo metalloide, veniva deposto uno strato sensibile sottilissimo sopra la faccia *M N*. Dopo qualche istante il selenio acquistava un colore diverso a causa della sua cristallizzazione, e, senza che tutta la massa si fosse raffreddata ulteriormente, veniva posto in un recipiente chiuso

Fig. 1.

(1) Atti del R. Istituto Veneto - 1883.

e circondato da un bagno di paraffina mantenuto alla temperatura di 195°. In tale stato veniva tenuto per parecchie ore, lasciando poi che si raffreddasse lentissimamente. Occorreva evitare qualsiasi abbassamento brusco di temperatura anche perchè essendo la faccia *MN* molto liscia e debole l'aderenza del selenio, questo si sarebbe potuto facilmente staccare.

È consigliabile rivestire le cellule costruite nel modo indicato di uno strato di vernice bianca trasparente ed isolante. Ciò ha per iscopo di rendere consistente lo strato di selenio e di difenderlo dagli urti accidentali. Una cellula costruita nel febbraio 1893 funziona bene anche ora, senza che mai si sia guastata. Essa presenta, quando non è esposta alle radiazioni luminose, una resistenza di 258100 ohm, e, quando viene colpita dalla luce solare a cui sieno stati previamente tolti i raggi calorifici, una resistenza di soli 86700 ohm; cioè un abbassamento di circa $^2/_3$ della resistenza totale.

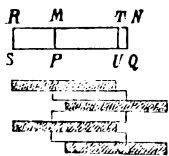



Fig. 2.

Noto qui un' altra disposizione da me adoperata per le cellule a selenio. Le lamine di ottone invece di portare l'appendice *A* della fig. 1 sono semplicemente rettangolari, e sono rappresentate nella fig. 2 da *RSUT*. La parte di metallo che esce al di fuori della mica, la quale è indicata col rettangolo *MPNQ*, è posta alternativamente a sinistra e a destra di quella, di guisa che, quando tutte le lamine sono strette a mezzo di un morsetto, quelle di ordine pari e quelle di ordine impari si toccano fra loro, venendo legate a due serrafili distinti. Le faccie *MN* e *PQ* vengono portate a pulimento in guisa da evitare contatti metallici. Un sistema così preparato guardato attraverso le faccie *MN* e *PQ* si lascia traversare da una notevole quantità di luce. Ho pensato di usufruire di questa proprietà al fine di avere una cellula più sensibile. Infatti nella prima disposizione, facendo una sezione con un piano normale alla faccia sensibile e alle lamine, la luce viene a colpire il lato destro della figura 3, dove i rettangoli tratteggiati rappresentano le lastrine metalliche, e gli altri quelli di mica. Ora lo strato di selenio, per quanto sottile si facccia, ha un certo spessore ed è opaco perfettamente alla luce (1). Probabilmente quindi l'azione luminosa viene ad essere limitata sino a piccola profondità dello strato. Ma se si pensa che la corrente elettrica che traversa il selenio è molto più intensa accanto ai lati corti di quei rettangoletti che in figura rappresentano la mica, si deduce subito come si dovrebbe avere maggiore sensibilità nella cellula, qualora la luce invece di entrare dal lato destro entrasse dal sinistro. Ciò è realmente permesso dalle cellule costruite nel secondo modo, per la trasparenza della mica.

Fig. 3.

Con tal principio ho costruito una cellula; ma ho riconosciuto che il suo modo di funzionare era a un dipresso lo stesso, tanto che la luce entrasse a destra che a sinistra. Ciò non infirma il ragionamento precedente, ma trova una logica spiegazione nel fatto che la mica assorbe una notevole quantità della luce da cui è traversata. Forse, se si riuscisse a renderne più piccola la larghezza delle lastre, si potrebbe avere un notevole aumento di sensibilità.

Io pertanto ho abbandonato l'uso di una tale cellula, o per dir meglio mi sono servito di essa come della prima, facendo cioè cadere la luce direttamente sul selenio.

Legge con cui il selenio ritorna alla resistenza primitiva dopo essere stato illuminato. — Descrivo la disposizione da me adottata per la ricerca di tale legge:

(1) Il selenio quando è in istrati sottilissimi è di un bel rosso per trasparenza. È però difficile deporre uno strato tanto sottile sulla faccia sensibile della cellula.

Uno specchio *S* (fig. 4) portato da un asse *A*, può a mezzo della puleggia *P* subire un movimento di rotazione; il piano dello specchio, come rilevasi dalla figura, è parallelo all'asse *A*. Questo non è solidale col tamburo *TT'* che è ad esso concentrico, di guisa che lo specchio può rotare indipendentemente da *TT'*. Il detto tamburo è formato da due dischi *T* e *T'*, i quali sono traversati dall'asse *A* e congiunti da una lamiera cilindrica che li abbraccia soltanto per 180°. L'asse *A* porta con sè un cerchio *C* graduato in gradi, che gira insieme ad esso.

Il tamburo è costantemente spinto verso la parte destra dell'asse a causa di una molla a spirale *M*. Un braccio *B* impedisce, quando è nella posizione della figura, che il tamburo *T* obbedisca alla molla M, ed in tale posizione un'appendice *a'* di *T* non è mai urtata da altra appendice *a*, solidale col cerchio graduato, quando questo gira.

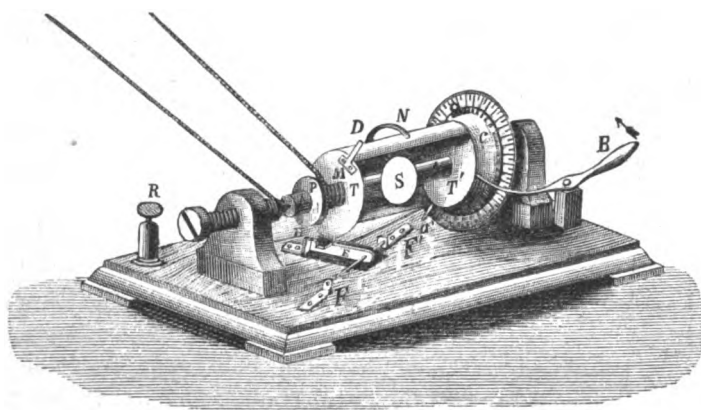



Fig. 4.

Ma se si libera il tamburo *T*, spingendo il braccio *B* secondo la freccia, esso si sposta per effetto della molla *M*, e quando *a'* viene ad urtare con *a*, *T* comincia a rotare anch'esso.

Ma il tamburo *T* porta ancora l'appendice *D*, e quando *D* incontra il pezzo *E*, questo si abbassa girando attorno a due cuscinetti *F* ed *F'*, costringendo tutto il tamburo *T* a spostarsi verso sinistra; ciò perchè *E* non è ortogonale all'asse di rotazione di *S*, ma alquanto inclinato e porta un rialzo *d*, come si vede nel dettaglio (fig. 5).

Quando *D* è arrivato ad incastrarsi nell'incavo *I* del pezzo *E*, *T* si è spostato di tanto quanto basta affinchè *a* non urti più con *a'*. È allora chiaro che lo specchio prosegue la sua rotazione indipendentemente dal tamburo. Infine una molla *N*, fissata al sostegno dell'istrumento, comunica con un serrafilo *R* (fig. 6) invisibile nella fig. 4, e, quando il tamburo gira, stabilisce un contatto con un pezzo metallico *m*, largo circa un millimetro, che è collegato con la lamiera cilindrice di *T*. Il pezzo *m* è alquanto più sporgente rispetto all'asse di rotazione degli altri punti della lamiera. Nella fig. 6 la parte tratteggiata rappresenta un rivestimento di ebanite, che ha per iscopo di impedire che la molla *N* tocchi *T*, quando questo gira.

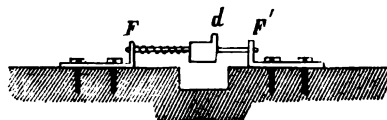



Fig. 5.

Il contatto tra *N* ed *m* ha per effetto di mettere in comunicazione metallica il serrafilo *R* con l'altro *R'* che vedesi nella fig. 6 attraverso *T* l'asse dell'istrumento, ed i cuscinetti. La molla *N* può essere cambiata con altra più o meno lunga in guisa che il

tamburo T stabilisca il contatto di m ad un intervallo di tempo più o meno grande, dall'istante in cui esso comincia a muoversi.

Noto ancora che T deve essere costruito il più possibilmente leggero, al fine che la sua inerzia non arrechi ritardo sensibile nel moto dello specchio quando esso deve cominciare a muoversi.

Descritto l'apparecchio, dico ora del modo di adoperarlo.

Un raggio di luce solare, dopo aver abbandonato la parte calorifera in tubo cilindrico limitato da facce piane, parallele e trasparenti e ripieno di soluzione di allume, viene a cadere sullo specchio e da questo riflesso. Normalmente alla posizione segnata in figura e ad una distanza che si può far variare a piacere è situata una cellula a selenio. Se il tamburo T stesse sempre fermo nella posizione della figura, per ogni giro dello specchio il raggio luminoso verrebbe a colpire una volta il selenio. Ma, quando si vuol fare una misura, il tamburo T è situato con l'appendice D rivolta in basso e propriamente dove è segnata la lettera H; ed il braccio B impedisce che a girando tocchi a'. Un galvanometro a sistema astatico ed alta resistenza è in circuito con l'apparecchio, col selenio e con un elemento di pila normale. Se allora mentre lo specchio gira con una velocità conosciuta, si muove il braccio B secondo la freccia, il tamburo T viene spinto a destra per effetto di M e, quando a viene ad urtare con a', anch'esso comincia a rotare. Ma la sua rotazione viene limitata soltanto ad un giro per effetto del congegno E. In questo unico giro il raggio di luce colpisce una volta sola il selenio e la molla N chiude una volta sola il circuito elettrico, la qual chiusura produce una deviazione impulsiva nel galvanometro. Faccio osservare come il modo di funzionare dell' apparecchio non consenta che di avere delle deviazioni impulsive, dipendentemente dal tempo per cui vien chiuso il circuito della molla N. Inoltre queste deviazioni essendo piccole (inferiori ai cinque centemetri) ed essendo il cannocchiale a scala situato alla distanza di m. 2.56 dal galvanometro, assumo le deviazioni ottenute come proporzionali alle intensità delle correnti. Non solo, ma poichè la resistenza del galvanometro e della pila sono trascurabili di fronte a quella della cellula adoperata (258.100 ohm), così a meno di un fattore costante per tutte le misure, le deviazioni del galvanometro rappresentano i valori della conducibilità variabile della cellula.

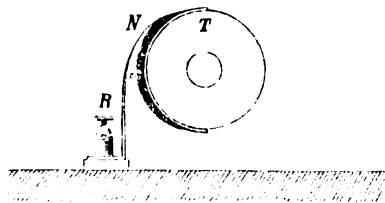



Fig. 6.

Tra l'istante in cui il selenio è colpito dalla luce e quello in cui il circuito viene chiuso esiste un intervallo di tempo che viene apprezzato precedentemente leggendo sul cerchio graduato il numero dei gradi che passa tra la posizione dello specchio in cui questo riflette sul selenio e quella in cui si stabilisce il contatto a mezzo della molla N. Se allora si fanno delle letture quando non si adopera il raggio di luce e quando questo si rimette, si osserverà se l'azione di quel raggio luminoso perdura sul selenio sino ad un tempo che è dato appunto dal numero di gradi letto sul tamburo e dalla velocità di rotazione dello specchio.

Nelle esperienze da me fatte lo specchio era mosso da un movimento di orologeria. Non essendo questo movimento uniforme, dovevo al principio di ogni misura dare tutta la carica, e far sempre scattare il braccio B dopo lo stesso tempo dal principio del moto. Lo specchio sicchè, quando avveniva il contatto elettrico, aveva sempre la velocità di un giro ogni $15''{,}8$.

Nelle misure che in seguito riporto compariscono, oltre a deviazioni ottenute quando in circuito si è posto il selenio illuminato o buio, altre ottenute quando al posto di tal metalloide è stata posta una resistenza che ho chiamato *R*.

Osservando le deviazioni ottenute col selenio buio e con la resistenza *R* si può vedere come esse sieno rimaste all' incirca costanti, assicurando ciò la costanza della pila, della *R* e del selenio buio.

La *R*, poichè io non aveva a mia disposizione delle resistenze metalliche confrontabili con quella della cellula a solenio adoperata, era una resistenza liquida. Essa aveva un valore di circa 210.200 ohm.

Nella tavola seguente riporto le medie di molte osservazioni da me fatte.

Gradi del tamburo	1°.30′	11°.30′	23°.0′	38°.30′	52°.0′	65°.0′	74°.0′	87°.30′	103°.30′	124°.30′	143°.0′	156°.0′	169°.0′
Secondi tra luce e contatto	0″.066	0″.50	1″.01	1″.69	2″.29	2.86	3″.26	3″.85	4″.64	5″.46	6″.29	6″.86	7″.44
Resistenza R	22.70	22.79	22.65	22.77	22.68	22.60	22.88	22.74	22.65	22.81	22.70	22.78	22.65
Selenio oscuro	18.51	18.60	18.46	18.59	18.48	18.67	18.45	18.52	18.45	18.59	18.47	18.42	18.38
Selenio illuminato	23.72	22.26	21.51	20.81	20.42	20 03	19.94	19.62	19.36	19.15	18.93	18.88	18.81
Resistenza del selenio (migliaia di ohm)	201.42	214.63	222.23	229.61	233.98	238.58	239.61	243.52	246.79	249.49	252.40	252.06	254.14

Dalla quale si ha:

Valore medio di *R*. . . . . 210.200 ohm

Valore medio del selenio non illuminato 258.100 ohm

Le cifre dell'ultima linea della precedente tabella sono state dedotte in base alla conoscenza del valore di *R*.

Riportandole come ordinate al disopra di una retta che rappresenti il tempo e

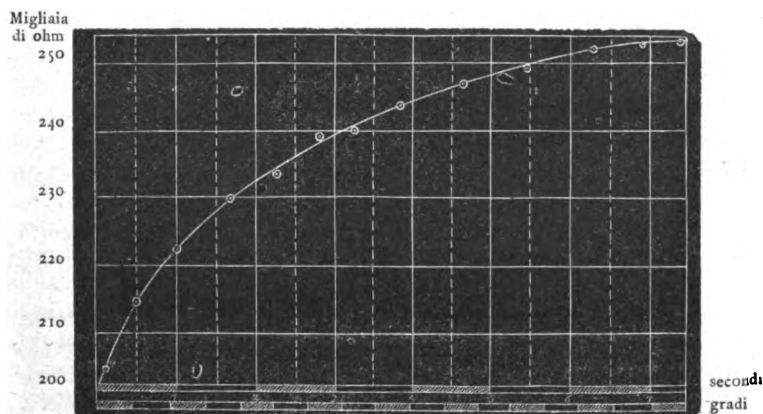



Fig. 7.

i gradi del tamburo si è ottenuta la curva della fig. 7. Tale curva è relativa alle condizioni speciali dei vari elementi che rientrano nel fenomeno; cioè alle intensità del raggio luminoso riflesso nello specchio alla distanza del selenio dallo specchio (1^m, 90) ed alla velocità di questo. Ma è logico ammettere che se la cellula a selenio in un certo istante ha una data resistenza, diversa dall'ordinaria, da quell'istante la resistenza vada aumentando successivamente, e ciò sempre alla stessa guisa indipendentemente dall'essere stata prima colpita da luce più o meno intensa e per tempi più o meno lunghi.

È in base a questa considerazione che io mi sono limitato a fare le osservazioni riportate, senza cambiare mai più la distanza della cellula dallo specchio e la intensità del raggio luminoso. Solo, se avessi adoperato un raggio di luce più intenso avrei ottenuto in più un tratto di curva precedente a quello disegnato nella figura.

Dalla natura della curva della fig. 7, si rileva facilmente che l'azione della luce sul selenio è molto lenta, e che essa non è utilizzabile nel problema della visione a distanza con l'elettricità, tale come è stato presentato da Weiller, Sutton, Brillouin ed altri.

Dott. Q. Maiorana.

PER LA DIRAMAZIONE TELEGRAFICA

DEI RESOCONTI PARLAMENTARI.

Il servizio di diramazione dei resoconti parlamentari, che si fa dall'ufficio telegrafico centrale di Roma contemporaneamente a tutti i 68 capoluoghi di provincia per mezzo del sistema automatico Wheatstone, è una specialità dell'Italia, e per il grado di perfezione al quale è giunto può considerarsi un vero monumento di cui può andare orgogliosa l'Amministrazione dei nostri Telegrafi. Esso fu concepito ed organizzato dall' ex-ispettore generale dei telegrafi C. Viale, che vi dedicò la sua particolare assistenza pel periodo di 10 anni, ed ha avuto or ora il suo coronamento dal nuovo Ministro delle poste e dei telegrafi on. Maggiorino Ferraris.

I resoconti per quanto trasmessi con sollecitudine dalla capitale, giungevano pur tuttavia in ritardo ai prefetti, ai rappresentanti dell' Agenzia Stefani, e con maggior ritardo venivano poi recapitati alle redazioni dei giornali che il più delle volte non riuscivano a pubblicarli.

Studiate le cause di questi ritardi, si è visto che erano dovuti in gran parte al lavoro intermediario dell'Agenzia Stefani, sia in Roma che in provincia; si sono perciò presi dei provvedimenti mercè i quali si è ottenuto di accelerare la trasmissione ed il recapito in guisa che 20 o 30 minuti dopo la chiusura della Camera tutti i resoconti sono già consegnati alle redazioni dei vari giornali di provincia.

Questi risultati si sono ottenuti:

1. Trasmettendo direttamente per mezzo di un apparato stampante Hughes dall' ufficio di revisione della Camera all' ufficio centrale telegrafico di Roma le varie cartelle del resoconto di mano in mano che vengono scritte;
2. Perforando immediatamente nell' ufficio centrale le cartelle ricevute;
3. Diramando sulla rete Wheatstone di ora in ora la zona così perforata;
4. Traducendo e trascrivendo le zone di ricevimento negli uffici di provincia facendone al tempo stesso tante copie a calco quante ne occorrono per distribuirle ai giornali e al prefetto.

Per quanto queste quattro operazioni successive sembrino lunghe e complicate, il servizio è organizzato e disciplinato in modo, che, come ho detto, esse si compiono in meno di mezz'ora, comprendendovi anche il tempo necessario per la preparazione delle cartelle nell'ufficio di revisione della Camera; ed accade spesso che un oratore stia ancora parlando mentre una parte del suo discorso è già consegnata ai giornali di provincia.

Per il modo con cui è diretto questo servizio, meritano una lode speciale il direttore tecnico Z. Ferranti e l'ufficiale P. Bordoni.

Con le nuove disposizioni è stato completamente eliminato il lavoro dell'Agenzia Stefani.

I. Brunelli.

CORRISPONDENZA.

Milano, 30 gennaio 1894.

Spettabile Comitato Direttivo
del Giornale l'ELETTRICISTA
Via Panisperna, 193 - Roma.

Per incarico della Ditta Ganz e C. di Budapest, ed in nome di essa, mi pregio dichiarare che la medesima, pure desiderando di non entrare in polemiche, mentre pende tuttora in Italia un'azione giudiziaria avente per oggetto quanto forma argomento dell'articolo « *Il giudizio della Corte d'appello d'Orléans* » pubblicato a pag. 293 del vol. II dell'*Elettricista*, si riserva di dimostrare a tempo e luogo opportuno, che il rocchetto sperimentato dal Pacinotti nel 1871 non costituisce una anteriorità che possa opporsi al brevetto italiano dei sig. Zipernowsky, Déri, Blathy vol. 36, n. 154 R. A, dal punto di vista della legge sulla privativa 30 ottobre 1859.

La Ditta Ganz e C. sarà grata a codesto spettabile Comitato, se vorrà far cenno della presente lettera in un prossimo numero dell'*Elettricista*.

Con stima distinta

Dev.mo C. BARZANÒ.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Sulla propagazione delle onde elettromagnetiche — *per* E. MASCART. (*).

Le ricerche inaugurate dal prof. Hertz sulla propagazione delle onde elettromagnetiche, per vibrazioni molto rapide, sono di una importanza capitale per il rapporto che esse stabiliscono fra la luce e l'elettricità. R. Blondlot nel 1891, calcolando il periodo con le dimensioni del risonatore, e misurando la lunghezza d'onda sperimentalmente, ha dato una determinazione completa del problema. Tuttavia questi risultati sembrano indicare che se la velocità di propagazione è sempre vicina a quella della luce, i numeri diminuiscono un poco a misura che la lunghezza d'onda aumenta. Un calcolo più corretto, tenendo cioè più esatto conto del coefficiente d'auto-induzione del filo, conduce ad un accordo sorprendente fra le diverse esperienze.

Per lunghezze d'onda varianti da m. 8,94 a m. 35,36 la media delle velocità di propagazione così calcolate diventa 302,850 chilometri, con differenze in più e in meno che raggiungono solo il 2,5 °/₀.

È interessante di notare che questa velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche è superiore di $\frac{1}{100}$ circa a quella della luce. Il Mascart ritiene che ciò dipenda dall'assumere un valore troppo piccolo per il coefficiente d'autoinduzione del filo; il raggio di questo infatti interviene per una parte importante, e si stima troppo grande, sia per le cause d'errore nel misurarlo, sia perchè la corrente non è realmente superficiale ma penetra per un certo spessore del filo. L'uso di conduttori più grossi permetterebbe forse di migliorare le esperienze.

Possiamo aggiungere che ultimamente il Blondlot presentava all'Accademia delle Scienze di Parigi nuove determinazioni della velocità di propagazione di una perturbazione elettrica attraverso un filo di rame, ottenute con un metodo che è indipendente da ogni teoria e dalla esistenza di oscillazioni elettromagnetiche. Egli faceva scoccare una scintilla fra due condensatori sia direttamente sia attraverso un filo di rame di una certa lunghezza, e calcolava il tempo decorso fra le due scintille misurando la distanza fra le imagini delle scintille stesse proiettate su uno schermo sensibile per mezzo di uno specchio girante. I risultati di 15 esperienze fatte con due fili della lunghezza di 1029 e 1821,4 metri diedero rispettivamente i valori di 296400 e di 298000 chilometri per secondo.

I. B.

(*) *Comptes Rendus*, 5 février 1894.

Calore prodotto dalla polarizzazione dielettrica *per il Dott.* KLEINER (*).

L'A. ha studiato l'accrescimento di temperatura delle sostanze dielettriche usate nei condensatori, sottoposte all'azione della carica e scarica rapidamente alternantesi. Egli ha adoperato un gran numero di condensatori piani, fra le cui armature di stagnola salda una pila termo-elettrica, per determinare l'accrescimento di calore del dielettrico interposto. Un grande condensatore inserito in cascata colle sue scintille permette di contare il

(*) *Archives des Sciences Phys.*

numero delle scariche, il cui potenzionale ascendeva a 4500 volt.

Disposte così le cose, l'autore ha determinato delle cifre che rappresentano l'elevazione di temperatura di alcuni dielettrici rispetto all'ebanite presa come termine di paragone, a cui ha assegnato il coefficiente 1. — Ha trovato:

Ebanite	1	Cera	0.6
Caucciù	1.4	Mica	0.28
Guttaperca	1.76	Paraffina	-.0
Vetro	0.74	Colofonia	-.0

Inoltre l'esperienza ha dimostrato che ad una diminuzione di spessore del dielettrico, corrisponde un forte aumento di temperatura. Ha confermato anche ciò che si poteva presumere: che cioè i dielettrici che si riscaldavano meno, avrebbero dato dei condensatori aventi una certa durata di carica. Infatti per la paraffina questa si compie in due secondi, per la colofonia in uno, mentre per i migliori condensatori costruiti fin qui si effettua in tre secondi. I. L. L.

★

Nuove esperienze sulla riproduzione del diamante *per* HENRI MOISSAN. (*).

Le esperienze anteriormente eseguite dal Moissan sulla produzione artificiale del diamante consistevano nel riscaldare in un forno elettrico una certa quantità di ferro o di argento in presenza di un eccesso di carbone, e nel raffreddare poi rapidamente il metallo fuso immergendo il crogiuolo in una grande massa di acqua. Il metallo a 3500 gradi si satura di carbone, ma col raffreddamento, il carbone tende a separarsi dalla massa liquida che lo teneva in soluzione. Siccome il raffreddamento alla superficie avviene rapidamente, si forma una crosta metallica che avviluppa la parte centrale non solidificata, e siccome il ferro o l'argento hanno, come l'acqua, la proprietà di aumentare di volume passando dallo stato liquido a quello solido, il carbone si separa allora dalla massa che è ancora fluida ed è sottoposta ad una alta pressione. Si ottengono così dei frammenti di diamante nero o di diamante trasparente che però non compensano le spese incontrate nella produzione.

Proseguendo l'A. nelle sue ricerche ha provato il bismuto, ha preso volumi più grandi di metalli, ha diminuito più rapidamente la temperatura, ha sostituito all'acqua un bagno di stagno in fusione, ma senza ottenere migliori risultati.

Sostituendo allo stagno il piombo fuso il Moissan ha constatato che, essendo il metallo contenuto nel crogiuolo più leggiero del piombo fuso, delle masse sferoidali di m. 0.01 a m. 0.02 di diametro si staccavano dal fondo e attraversando il piombo arrivavano alla superficie solidificate e sufficientemente raffreddate: mentre le masse più grandi arrivando alla superficie ancora liquide al contatto dell'aria abbruciavano con sviluppo abbondante di fumo di litargirio e projezione di ossido o di metallo incandescente. Raccolti i piccoli globuli e spogliati dal piombo con l'acido azotico, col solito trattamento si ottengono dei piccoli diamanti trasparenti di una sorprendente limpidezza, portanti delle numerose strie parallele e delle piccole impressioni di cubi simili a quelli che si riscontrano alle volte in certi diamanti naturali.

Con un processo meno costoso dei precedenti, l'A. ha potuto così ottenere una varietà di carbonio nero o trasparente di cui alcuni campioni presentano un'apparenza cristallina assai netta, con una densità compresa fra 3 e 3.5, che intaccano il rubino, che resistono a dodici attacchi del miscuglio di clorato di potassio secco e di acido nitrico fumante, infine che bruciano nell'ossigeno ad una temperatura vicina a 900° dando circa quattro volte il proprio peso di anidride carbonica, proprietà che possiede solo il diamante naturale.

Z. F.

(*) *Comptes Rendus*, 10 février 1894.

★

La luce e l'elettricità secondo Maxwell e Hertz *per il prof.* POINCARÉ (*).

Da qualche anno si era cercato da varie parti che si rimettesse l'*Annuaire du Bureau des longitudes* a quel livello di importanza cui gli davano diritto le chiare tradizioni. E già coll'anno 1893 si è iniziata una serie di pubblicazioni di alta importanza, cominciandosi con una Nota del Cornu intorno alle unità assolute.

Ci sembra molto indovinato il concetto che guidò in questa riforma. Le pubblicazioni nell'*Annuaire* non sono semplici Memorie o ricerche particolari, ma tendono alla diffusione e alla divulgazione dei concetti più interessanti, ed hanno altresì per iscopo di sintetizzare il lavoro che da anni si accumula sui diversi argomenti.

Si tratta di vere e proprie lezioni, redatte senza pretese ma con una chiarezza singolare. Il lavoro attuale di Poincaré non può riassumersi; dirò semplicemente che esso ha per iscopo di far vedere come e in quanto le esperienze di Hertz rendono attendibile la teoria di Maxwell, e riferisce tutto quanto occorre perchè, anche profano all'argomento, il lettore possa farsi una idea chiara e sicura della questione. Infine egli accenna ad un indirizzo a nuove ricerche tratteggiando molte questioni che possono essere ancora studiate con accurate ricerche sperimentali. R. M.

(*) *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1894.*

CRONACA E VARIETÀ.

Il telefono Bell. — Il 30 gennaio scorso l'invenzione del telefono Bell è entrata nel dominio pubblico, cosicchè tutti possono oggi costruire questo apparecchio che malgrado tante modificazioni apportatevi, oggetto di altrettanti brevetti, è sempre un eccellente ricevitore telefonico tanto da mettere in dubbio se le modificazioni successive siano veramente dei miglioramenti.

L'estrazione dello zinco. — Solleva molto rumore, dice l'*Engineering*, un processo elettrolitico per l'estrazione dello zinco che è stato sperimentato ultimamente in Svezia con ottimi risultati: lo zinco estratto in questa maniera è uguale al migliore che si trova in commercio, ma la caratteristica più importante del nuovo processo è che esso è applicabile anche a quei minerali poverissimi di zinco, dei quali la compagnia belga *Vieille Montagne* non aveva creduto conveniente occuparsi.

I ricchi minerali di zinco delle estese miniere di Sardegna presentemente sono tutti portati nel Belgio, e di là poi noi siamo costretti a comprare lo zinco; il nuovo processo elettrolitico varrà ad emanciparci dal grosso tributo che paghiamo all'estero per un prodotto che dovrebbe divenire esclusivamente nazionale?

La dielettrina. — È questo il nome di un nuovo miscuglio isolante di cui si sarebbe servito il fisico Hurmuzescu in alcune sue esperienze di elettrostatica.

Questa sostanza, che è un miscuglio di paraffina e solfo, avrebbe il punto di fusione assai più elevato della paraffina pura, mentre sarebbe meno igroscopica e meno fragile del solfo, dimodochè, con uno speciale processo, se ne possono ricavare delle masse omogenee lavorabili al tornio o alla lima.

La *dielettrina*, secondo l'inventore che l'avrebbe lungamente esperimentata, è inalterabile e quindi si presta specialmente come mezzo isolante in luoghi umidi.

Nuove piante di caucciù. — Il professore Radlkofer di Monaco, ha scoperto la presenza di cellule di caucciù nel legno e nelle foglie di parecchie specie di Wimmeria, di Salacia, di Plagiopteron; anche nel Madagascar sono state trovate delle importanti quantità di alberi di caucciù. Le industrie elettriche per il loro sviluppo ognora crescente potranno così valersi di questo succedaneo della guttaperca che ogni giorno più diventa rara.

Il prezzo dell'alluminio. — L'*Aluminium Industrie aktienges. Neuhausen* annuncia che dal 1° febbraio 1894 ha abbassato il prezzo di questo metallo a L. 5 al chilogrammo.

Impianti a correnti polifasi. — Secondo l'*Industrie Électrique* gli impianti a correnti polifasi che funzionano al presente sono i seguenti: In Francia, 3 impianti a correnti trifasi, St. Etienne, Pont Lignon e Florensac, tutti e tre simili a quello di Lauffen-Heilbron; in Germania, 4 impianti pure a correnti trifasi, Lauffen-Heilbron, Bockenheim-Frankfurt, Erding e Wurgen; in Austria 2, quello di Pergine a tre fasi e quello di Budapest a due fasi; in America 1 a Redlands in California.

Nuova ferrovia elettrica. — Sono già incominciati i lavori per costruire una ferrovia elettrica fra Washington e Baltimora. La Compagnia concessionaria vuol fare la concorrenza alla ferrovia a vapore esistente: metterà sulla nuova linea dei treni-salone, che impiegheranno un'ora a percorrere i 56 chilometri fra una città e l'altra; il biglietto di andata e ritorno costerà L. 5 cioè quanto costa presentemente per un viaggio semplice.

Tramvia elettrica a conduttore sotterraneo. — Il 26 gennaio sono state eseguite a Marsiglia nelle officine Prudhon delle prove di un sistema di trazione elettrica a canalizzazione sotterranea per tramvie.

Il principio del sistema dovuto a Chabeault consiste nell'impianto di prese di corrente sotterranee a sollevamento automatico, situate nell'asse della via al livello del suolo in derivazione sulla canalizzazione e distanti tra di loro della lunghezza del veicolo. Al disotto di questo un forte magnete è costruito in modo da effettuare il sollevamento automatico delle prese di corrente e a coincidere sempre, malgrado le curve, coll'asse della via, e stabilisce la comunicazione col motore elettrico.

Le prese di corrente sono o attive o neutre; nel primo caso sono sollevate e danno la corrente, nel secondo caso sono abbassate nel suolo e cessano di essere in relazione colla canalizzazione, togliendo così ogni pericolo per chi vi passasse sopra.

L'illuminazione elettrica del castello di Friedrichsruhe. — Il principe di Bismark fa illuminare il suo castello di Friedrichsruhe elettricamente, ed ha incaricato dell'esecuzione dell'impianto la figliale in Amburgo della Casa Schuckert et C.°

Per attivare l'illuminazione evvi il progetto di

utilizzare una cascata, che muove ora una segheria appartenente al principe, la quale si trova in Sachsenwald, a poca distanza dal castello.

Illuminazione elettrica dei canali. — Col 1° aprile dell' anno prossimo dovrà essere completato l'impianto elettrico per l'illuminazione del canale che congiunge il Mare del Nord col Mar Baltico. Sulle rive del canale, di 250 in 250 metri, verranno collocati dei gruppi di 25 lampade ad incandescenza su pali alti m. 4; si avrà così un totale di circa 25000 lampade ad incandescenza; inoltre ogni conca sarà illuminata con 12 lampade ad arco.

Il consumo d'elettricità a Berlino. — Il rapporto della Società Berlinese d'elettricità riassume tutte le operazioni fatte fino al giugno 1893. Il numero delle lampade da 30 watt è di 328000 e la produzione di corrente ha raggiunto i 53 milioni d'ampere, non compreso il consumo interno per i bisogni delle officine; i motori elettrici per le industrie sono 232 per una forza complessiva di 785 cavalli.

La tabella seguente riproduce il consumo espresso in chilo-watt-ora, dal 1885 in poi.

	ILLUMINAZIONE		ENERGIA fornita ai motori per le industrie
	privata	stradale	
Dal 15 agosto al 31 dicembre 1885	38 150	—	—
1886	303 120	3 084	—
1887-1888	715 920	6 282	—
1888-1889	1 173 780	19 962	12 956
1889-1890	2 511 000	21 666	69 591
1890-1891	3 554 000	21 884	274 457
1891-1892	4 831 440	21 708	186 611
1892-1893	5 228 600	21 576	238 042

Perturbazioni degli istrumenti di misure magnetiche. — Come già si temeva e si prevedeva, Meyer a Breslau e Dorn ad Halle hanno constatato che le tramvie elettriche producono delle notevoli perturbazioni negli istrumenti di misure magnetiche quando la corrente di ritorno percorre le rotaie. Le derivazioni che si formano nelle condutture dell'acqua o del gas ed il passaggio delle vetture producono dei disturbi che non permettono di effettuare misure delicate.

Coll'incremento delle linee elettriche sarà necessario che gli osservatori magnetici siano trasportati fuori delle città, cosa che sarebbe preferibile anche per altri riguardi.

Una nuova forma del freno di Prony. — Il Prof. R. C. Carpenter descrive nel *Cassier's Magazine* una ingegnosa modificazione da lui apportata al freno di Prony. Questa modificazione consiste nell' adoperare un tubo di rame di sezione ellittica appiattita con cui si circonda il volano della macchina da provarsi; una contro-fascia d'acciaio impedisce al tubo d'espandersi esternamente. Immettendo nel tubo dell' acqua con una certa pressione, esso preme contro la ruota ed il lavoro assorbito viene facilmente calcolato regolando l' entrata e l' uscita dell' acqua dal tubo e notando la pressione relativa. L' acqua serve anche da refrigerante del freno.

L'alluminio negli usi militari. — A pagina 280 dell'*Elettricista* del 1892 abbiamo parlato degli esperimenti eseguiti da G. Lunge per accertarsi dell'azione di certi liquidi sopra i campioni d'alluminio quali si trovano in commercio; da essi risultava che gli utensili d'alluminio si possono adoperare senza timore, almeno alle ordinarie temperature.

Questi risultati vengono ora confermati dalle lunghe ricerche fatte dall'Istituto medico militare di Germania sulla opportunità di costruire in alluminio alcuni oggetti d'equipaggiamento dei soldati, come ad esempio le boraccie, le *gamelle*, ecc. È stato constatato infatti che:

1° L'alluminio non viene intaccato dall'acqua distillata fredda e solo in proporzioni affatto trascurabili a caldo. È ugualmente da trascurarsi l'azione delle materie organiche, che possono esservi contenute, principalmente durante le marcie, allorchè i liquidi sono continuamente agitati;

2° Il sapore delle bevande conservate non viene alterato anche dopo che vi rimasero per intiere settimane, quando le boraccie siano pulite;

3° I pericoli d'avvelenamento per effetto della corrosione dell'alluminio sono affatto esclusi. Mentre il rame, il piombo e il mercurio sono fra i metalli più venefici, perchè introdotti nell'organismo passano facilmente nel sangue, l'alluminio invece è uno di quelli più difficilmente assimilabili, come il manganese, il cobalto e il nichelio;

4° Alla leggerezza dell'alluminio si deve dare gran valore per gli scopi militari. Detto 1 il peso dell'alluminio, quello di altri metalli è per il platino 8,15; per l'oro 7,31; per il piombo 4,30; per l'argento 3,98; per il rame 3,37; per il nichelio 3,37; per l'argentana 3,24; per il bronzo d'alluminio (dal 4 al 7 e mezzo per cento) da 3,08 a 2,98; per il ferro fucinato 2,91; per lo zinco 2,70;

5° Le boraccie d'alluminio nelle esperienze fatte colle truppe si mostrarono perfettamente resistenti e suscettibili di essere saldate nei casi di rottura. Infine le boraccie logore conservano gran parte del loro valore.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell'Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro).

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

Anno III. — 1° Aprile 1894 — Num. 5.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

Prezzi d'Abbonamento annuo:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

Direzione ed Amministrazione: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl' Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d' Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

Prezzo delle Inserzioni:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

SUL MODO DI INSERIRE I TRASFORMATORI

NEI CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE

È noto come negli impianti di illuminazione a correnti alternate con trasformatori, i circuiti primari di questi vengano quasi sempre inseriti in derivazione sul circuito principale ad alta tensione mantenuto a potenziale costante, e come le lampade, sia ad incandescenza che ad arco, vengano inserite in derivazione sul circuito secondario.

Tuttavia in questi ultimi tempi, qualcuno ha accennato alla possibilità di ritornare alla idea prima dei sigg. Gaulard e Gibbs, di mettere cioè i primari dei trasformatori in serie ed alimentarli ad intensità costante, e poichè quasi tutti coloro che si sono occupati dello studio dei trasformatori hanno sempre ripetuto che per la indipendenza dei trasformatori è opportuno ricorrere al sistema in derivazione, senza approfondire la questione con qualche ricerca analitica, non sarà fuor di luogo fare un breve studio per mostrare se e quanto sia vero il loro asserto.

Anche il Ferrini nel suo pregevole lavoro sui *Recenti Progressi nelle applicazioni dell'Elettricità*, a pag. 28 del secondo volume, di recentissima pubblicazione, scrive a questo proposito:

« Supponiamo difatti che parecchi generatori secondarii siano alimentati da una stessa linea (ad intensità costante) e che le rispettive spirali secondarie siano collegate ciascuna con un gruppo di lampade sia in serie sia in derivazioni parallele. L'estinzione parziale o completa, ogni cambiamento insomma nel numero delle lampade accese si traducono in un aumento oppure in una diminuzione di resistenza del circuito secondario a cui appartengono, la quale si ripercuote in una diminuzione ed in un aumento nella induzione della rispettiva spirale primaria, epperò in fluttuazione della corrente sulla linea e traverso gli altri generatori ».

Nè egli ritorna più sull'argomento: vediamo dunque di studiare il fenomeno col sussidio del calcolo anche per trarre qualche conclusione sul limite di applicabilità dei due sistemi

Come al solito facciamo le seguenti notazioni:

	Primario	Secondario
Numero delle spire	n_1	n_2
Resistenza	r_1	r_2
Intensità delle correnti – all'istante t	c_1	c_2
Idem – Valori massimi.	C_1	C_2
Forza elettromotrice nei circuiti – all'istante t	e_1	e_2
Idem delle correnti – Valori massimi	E_1	E_2
Differenze di potenziale ai capi dei circuiti – all'istante t . .	v_1	v_2
Idem idem – Valori massimi .	V_1	V_2
Flusso nel nucleo – all'istante t.	Φ	
Idem – Valore massimo	Φ_0	

Avremo dunque le due equazioni:

$$v_1 = r_1 c_1 + n_1 \frac{d\Phi}{dt} \qquad 0 = R c_2 + n_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

dove $R = r + r_2$ è la resistenza totale del circuito secondario ed r quella del solo circuito esterno. Da queste si ha

$$n_2 (v_1 - r_1 c_1) = - n_1 R c_2.$$

La legge di Ohm poi, applicata al circuito magnetico del nucleo del trasformatore, dà

$$4\pi (n_1 c_1 + n_2 c_2) = \mathcal{R} \Phi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

dove $\mathcal{R}$ è la resistenza magnetica del nucleo, dipendente dalla sua lunghezza, dalla sua sezione e dalla sua permeabilità. Quanto a questa noi la supporremo costante, per semplificare i calcoli, pel fatto che l'errore che si commette è in via ordinaria trascurabile. E come fa anche l'Hopkinson, noi trascureremo pure gli effetti dell'isteresi e delle correnti parassite, e riterremo nullo il disperdimento del flusso al di fuori del nucleo.

Trasformatori in serie. — Quando i primari dei trasformatori sono tutti in serie, l'intensità della corrente alimentatrice deve restare costante. Deve essere dunque C_1 costante.

Per introdurre nella formola generica, relativa ad un istante qualunque t di tempo, i valori massimi C_1, C_2, Φ_0 osserviamo che se il flusso è espresso da

$$\Phi = \Phi_0 \operatorname{sen} a t$$

la forza elettromotrice indotta nel circuito secondario sarà

$$e_2 = - n_2 \frac{d\Phi}{dt} = - a n_2 \Phi_0 \cos a t$$

dove, come al solito, $a = \frac{2\pi}{T}$.

Se l'autoinduzione del circuito secondario è truscurabile, come si può sempre ammettere quando si tratti di lampade ad incandescenza, che è il caso più frequente, la corrente è in coincidenza di fase colla forza elettromotrice e quindi

$$c_2 = - a \frac{n_2 \Phi_0}{r_2} \cos a t = - C_2 \cos a t.$$

Per la corrente primaria ciò non può dirsi e converrà quindi porre

$$c_1 = C_1 \operatorname{sen} (a t + \varphi)$$

purchè φ dia per qualunque valore di t un valore di C_1 tale che la

$$4\pi(n_1 c_1 + n_2 c_2) = \mathcal{R}\Phi$$

riesca sempre soddisfatta.

Sostituendo i valori di Φ, c_1 e c_2 nell' equazione generica (1) abbiamo

$$-n_2 C_2 \cos at = -n_1 C_1 \operatorname{sen}(at + \varphi) + \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi} \operatorname{sen} at$$

e sviluppando

$$-n_2 C_2 \cos at = -n_1 C_1 (\operatorname{sen} at \cos\varphi + \cos at \operatorname{sen}\varphi) + \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi} \operatorname{sen} at.$$

Dovendo quest'equazione sussistere per qualsiasi valore di t, bisognerà che i coefficienti di sen at e cos at sieno separatamente eguali. Le due equazioni di condizione sono dunque

$$n_1 C_1 \operatorname{sen}\varphi = n_2 C_2$$

$$n_1 C_1 \cos\varphi = \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi}$$

le quali quadrate e sommate danno

$$n_1^2 C_1^2 = n_2^2 C_2^2 + \frac{\mathcal{R}^2 \Phi_0^2}{16\pi^2}.$$

Ma d'altra parte

$$e_2 = -a n_2 \Phi_0 \cos at = -E_2 \cos at$$

donde

$$a n_2 \Phi_0 = E_2$$

e

$$\Phi_0 = \frac{E_2}{a n_2}.$$

Quindi sostituendo

$$n_1^2 C_1^2 = n_2^2 C_2^2 + \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2} E_2^2 \text{ (1)}.$$

Questa formula, pel caso che stiamo trattando, può considerarsi come equazione *caratteristica del trasformatore.* Infatti il primo membro è costante, ed il secondo contiene i soli elementi relativi al circuito secondario; essendo poi il coefficiente di E_2^2 costante, la linea rappresentata da tale equazione è un' ellisse, i cui semiassi sono (vedi figura)

$$E_2 = OA = \frac{4\pi a}{\mathcal{R}} \cdot n_1 n_2 C_1$$

$$C_2 = OB = \frac{n_1}{n_2} C_1.$$

Osserviamo intanto che la forma della caratteristica si mantiene simile a sè stessa tanto se si fa variare la corrente principale C_1 come se si fa variare il numero n_1 delle spire del circuito primario, figurando queste due quantità entrambe come moltiplicatori nelle espressioni dei semiassi: non così può dirsi però del numero n_2 delle spire del secondario, che figura una volta come moltiplicatore ed una volta come divisore. Il frazionamento del circuito secondario del trasformatore dunque, così comune negli impianti con trasformatori in derivazione, non dà luogo ad una caratteristica elittica.

(1) Questa formola si trova anche nell'opera sui trasformatori del Fleming. — Vol. II, p. 235.

Conviene ora distinguere i due casi delle lampade in serie e delle lampade in derivazione.

Nel primo caso bisogna che la intensità C_2 si mantenga costante, qualunque sia il valore della differenza di potenziale V_2 ai capi del circuito secondario. Ora abbiamo

$$V_2 = E_2 - r_2\, C_2$$

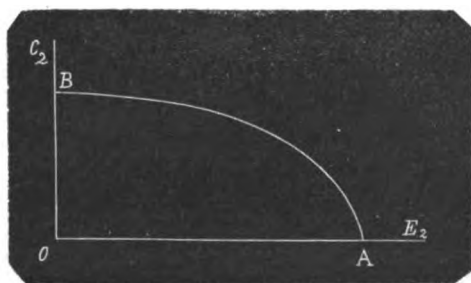
da cui

$$r_2\, C_2 = E_2 - V_2.$$

La resistenza interna r_2 del secondario è costante, o quasi: sicchè per fare in modo che il primo membro resti costante bisogna che la forza elettromotrice E_2 cresca o diminuisca della stessa quantità, di cui cresce o diminuisce la differenza di potenziale V_2. Ma la forma della caratteristica mostra come non sia possibile ottenere esattamente una simile condizione di cose, perchè variando E_2, varia sempre anche C_2.

Tuttavia praticamente C_2 rimarrebbe quasi costante, col variare di E_2 se la ellisse fosse molto appiattita, se cioè il rapporto dei due semiassi

$$\frac{\frac{4\,\pi\, a\, n_1\, n_2\, C_1}{\mathcal{R}}}{\frac{n_1\, C_1}{n_2}} = \frac{4\,\pi\, a\, n_2^2}{\mathcal{R}} = \frac{8\,\pi^2\, n_2^2}{\mathcal{R}\, T}$$

fosse molto grande. Ciò si potrebbe ottenere per un dato trasformatore usando correnti alternate di brevissimo periodo, che ancora non sono nel dominio della pratica, oppure disponendo un circuito magnetico di piccola resistenza ed un circuito secondario con un gran numero di spire: a tutto questo aggiungasi che le lampade in serie rappresentano nel complesso una resistenza grande e che in via ordinaria si dispongono così onde poter utilizzare una corrente di piccola intensità sotto grande differenza di potenziale, che è appunto l'opposto di quanto occorrerebbe per l'autoregolabilità del sistema.

Il sistema è dunque poco pratico, ed è solo conveniente quando tutte le lampade sono tolte o messe in circuito contemporaneamente, come avviene, per esempio, nel caso delle illuminazioni pubbliche o quando trattasi di una sola lampada. Si potrà però usarlo quando si possa rinunciare all'autoregolazione munendo ogni trasformatore di un opportuno regolatore che introduca delle resistenze di autoinduzione, assorbenti passivamente poca energia, quando viene a variare il numero delle lampade.

Quando invece le lampade sono disposte in derivazioni parallele sul circuito secondario bisogna che la differenza di potenziale resti costante, o meglio cresca leggermente al crescere della corrente C_2. Per la

$$r_2\, C_2 = E_2 - V_2$$

poi, deve anche E_2 crescere al crescere di C_2. In tal caso per l'autoregolazione bisognerebbe dunque che la linea partendo da A si ripiegasse dalla parte opposta, in luogo di volgersi verso l'asse delle intensità, o almeno si mantenesse vicina alla tangente in A.

Quindi questa volta il caso più favorevole è quello in cui l'ellisse è molto appiattita, in senso inverso a quello di prima, cioè è molto grande il rapporto $\frac{\mathcal{R}T}{8\pi^2 n_2^2}$ e ciò può ottenersi, costituendo il circuito secondario con un piccolo numero di spire e di grande resistenza magnetica.

Questo è appunto il caso ordinario, in cui però sino ad un certo punto il sistema potrà essere applicabile, senza dare mai un perfetto funzionamento.

Per le precedenti ragioni si capisce come tale sistema abbia ricevuto qualche applicazione: alcuni anzi lo vanno proclamando altrettanto pratico di quello coi primari in parallelo, e propongono per una completa autoregolazione, di collegare tutti i circuiti di distribuzione in derivazione tra loro, come si fa d'ordinario negli impianti di luce e alimentare i nodi coi secondari dei trasformatori. La corrente poi dei circuiti primari sarebbe uguale per tutti, ma verrebbe regolata all'officina in base alle indicazioni di un voltmetro che darebbe la tensione media della rete.

Non riteniamo però che il sistema proposto, sia dal punto di vista pratico sia da quello economico, offra dei seri vantaggi, tanto più poi quando si pensa che, così ridotto, non permetterebbe più di inserire nel circuito alimentatore delle lampade ad arco.

La trattazione analitica del problema della distribuzione con un simile sistema sarebbe alquanto complicata, perchè converrebbe ricercare se per qualsiasi valore della resistenza totale dell'intera rete, compresa quella dei secondari dei trasformatori, è possibile trovare un'intensità C_1, tale che la differenza di potenziale ai nodi riesca per tutti conveniente.

Ammettendo che il sistema si comporti come un unico trasformatore dove la corrente nel primario sia variabile e le lampade siano in derivazione si capisce come sia sempre possibile per qualunque valore della corrente C_2, mantenere costante la differenza di potenziale V_2 ed è facile trovare la legge colla quale deve variare la corrente C_1 al variare di C_2 o, ciò che val lo stesso, al variare della resistenza dello intero circuito secondario.

Infatti l'equazione della caratteristica

$$n_1^2 C_1^2 = n_2^2 C_2^2 + \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2} E_2^2$$

congiunta colla

$$E_2 - r_2 C_2 = V_2$$

dà

$$n_1^2 C_1^2 = n_2^2 C_2^2 + \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2} (V_2^2 + r_2^2 C_2^2 + 2r C_2 V_2)$$

$$n_1^2 C_1^2 = \left(n_2^2 + r_2^2 \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2}\right) C_2^2 + 2r \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2} C_2 V_2 + \frac{\mathcal{R}^2}{16\pi^2 a^2 n_2^2} V_2^2,$$

che è l'equazione di un'iperbole.

Nel caso concreto però, dovendo usare parecchi trasformatori, la regolazione non sarà mai perfetta: solo si potrà avvicinarsi a questa condizione facendo uso di un gran numero di trasformatori di piccola portata.

Trasformatori in derivazione. — Quando i primari dei trasformatori sono tutti in derivazione sul circuito principale, la differenza di potenziale V_1, deve restare costante.

Ricerchiamo anche in questo caso la caratteristica del trasformatore.

L'equazione generica è, come abbiamo visto,

$$n_1 c_1 = - n_2 c_2 + \frac{\mathcal{R}\Phi}{4\pi}.$$

D' altra parte dalla

$$v_1 = r_1 c_1 + n_1 \frac{d\Phi}{dt},$$

abbiamo

$$c_1 = \frac{v_1}{r_1} - \frac{n_1}{r_1} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

ed osservando che

$$v_1 = V_1 \operatorname{sen}(at - \alpha) \qquad \text{e} \qquad - \frac{d\Phi}{dt} = \frac{R}{n_2} c_2 = \frac{r + r_2}{n_2} c_2$$

si ha sostituendo

$$\frac{n_1 V_1}{r_1} \operatorname{sen}(at - \alpha) - \frac{n_1^2}{r_1} \cdot \frac{r + r_2}{n_2} c_2 = - n_2 c_2 + \frac{\mathcal{R}\Phi}{4\pi}.$$

Ma si ha pure come prima

$$c_2 = - C_2 \cos at \qquad \Phi = \Phi_0 \operatorname{sen} at$$

quindi

$$\frac{n_1 V_1}{r_1} \operatorname{sen}(at - \alpha) + \frac{n_1^2}{r_1} \cdot \frac{r + r_2}{n_2} C_2 \cos at = n_2 C_2 \cos at + \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi} \operatorname{sen} at$$

e sviluppando

$$\frac{n_1 V_1}{r_1} (\operatorname{sen} at \cos \alpha - \cos at \operatorname{sen} \alpha) + \frac{n_1^2}{n_1} \cdot \frac{r + r_2}{n_2} c_2 \cos at =$$

$$= n_2 C_2 \cos at + \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi} \operatorname{sen} at.$$

Dovendo l'equazione sussistere per qualunque valore di t, i coefficienti di sen at e cos at devono essere separatamente eguali: scriveremo dunque

$$\frac{n_1 V_1}{r_1} \cos \alpha = \frac{\mathcal{R}\Phi_0}{4\pi} \qquad - \frac{n V_1}{r_1} \operatorname{sen} \alpha = C_2 \left(n_2 - \frac{n_1^2}{r_1} \cdot \frac{r + r_2}{n_2} \right)$$

Queste due equazioni di condizione, quadrate e sommate danno

$$\frac{n_1^2 V_1^2}{r_1^2} = \frac{\mathcal{R}^2 \Phi_0^2}{16 \pi^2} + C_2^2 \left(n_2 - \frac{n_1^2}{r_1} \cdot \frac{r + r_2}{n_1} \right)^2.$$

Sostituendo a Φ_0 il suo valore dato dalla

$$E_2 = a n_2 \Phi_0$$

ed osservando ancora che

$$E_2 = V_2 + r_2 C_2,$$

$$r = \frac{V_2}{C_2}$$

si ha con opportune trasformazioni l'equazione

$$V_2^2\left(\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}+n_1^4\right)+V_2\,C_2\left(2\,r_2+2\,n_1^2\left(n_2^2\,r+n_1^2\,r_2\right)\right)+$$

$$C_2^2\left(\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}\,r_2^2\left(n_2^2\,r_1+n_1^2\,r_2\right)^2\right)-n_1^2 n_2^2\,V_1^2=0$$

che rappresenta la cercata caratteristica del trasformatore. Tale equazione è quella di un' ellisse, i cui semiassi sono:

$$C_2=\frac{n_1\,n_2\,V_1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}\,r_2^2+\left(n_2^2\,r_1+n_1^2\,r_2\right)^2\right\}}}\qquad V_2=\frac{n_1\,n_2\,V_1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}+n_1^4\right\}}}.$$

Anche qui distingueremo i due casi della distribuzione delle lampade in serie oppure in derivazione, supposto sempre che la differenza di potenziale V_1 ai serrafili del primario rimanga costante.

Ricordando quanto abbiamo detto a proposito dei trasformatori coi primari in serie, vediamo che nel primo caso bisognerà che riesca grande il rapporto $\frac{OA}{OB}$ dei due semiassi

$$\frac{\dfrac{n_1\,n_2\,V_1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}+n_1^4\right\}}}}{\dfrac{n_1\,n_2\,V_1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}\,r_2^2+\left(n_2^2\,r_1+n_1^2\,r_2\right)^2\right\}}}}=\frac{\dfrac{1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}+n_1^4\right\}}}}{\dfrac{1}{\sqrt{\left\{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}\,r_2^2+\left(n_2^2\,r_1+n_1^2\,r_2\right)^2\right\}}}}=$$

$$=\frac{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}\,r_2^2+\left(n_2^2\,r+n_1^2\,r_2\right)^2}{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16\pi^2 a^2}+n_1^4},$$

mentre nel secondo caso bisognerà che riesca grande il rapporto inverso.

Vediamo subito che solo quest'ultimo caso è possibile perchè il numeratore della frazione è sempre superiore al denominatore, almeno nei trasformatori di una certa portata nei quali i valori di r_1 ed r_2 sono sempre piccoli rispetto ad n_1 ed n_2. Il primo sistema dunque, quello delle lampade in serie quando i primari sono in derivazione è affatto incompatibile.

Giova però accennare che, anche quando le lampade sono in derivazione la regolazione non può riuscire perfetta, la differenza di potenziale tendendo continuamente a deprimersi quando la corrente aumenta. Tuttavia proporzionando convenientemente il trasformatore sarà sempre possibile renderlo quasi autoregolatore entro limiti abbastanza estesi. Come si sa, poi, in pratica si corregge la deficenza di autoregolabilità del trasformatore elevando leggermente la differenza di potenziale ai serrafili del trasformatore quando il carico aumenta.

È facile poi trovare in qual modo varia il rapporto tra le due differenze di potenziale tra i circuiti primario e secondario al variare della resistenza del circuito delle

lampade e conseguentemente anche come si deve far crescere il potenziale ai serrafili del primario affinchè il potenziale del secondario raggiunga determinati valori.

Dalle precedenti equazioni fondamentali $4\pi(n_1 c_1 + n_2 c_2) = \mathcal{R}\Phi$, $n_2(v_1 - r_1 c_1) = - n_1 R c_2$, $0 = R c_2 + n_2 \frac{d\Phi}{dt}$, deducesi, eliminando c_1 e c_2,

$$\frac{d\Phi}{dt} = - \frac{R n_1}{n_1^2 R + n_2^2 r_1} v_1 + \frac{R r_1}{n_1^2 R + n_2^2 r_1} \cdot \frac{\mathcal{R}\Phi}{4\pi}.$$

È da osservarsi però, come fa l'Hopkinson, nella sua teoria dei trasformatori, che l'induzione mantenendosi d'ordinario bassa, vale a dire nei limiti di 8000 a 10000 linee di forza per centimetro quadrato, riesce molto elevata la permeabilità del circuito magnetico, e conseguentemente molto piccolo il prodotto $R\Phi$; sicchè il secondo termine dell'espressione di $\frac{d\Phi}{dt}$ si può trascurare rispetto al primo e scrivere semplicemente

$$\frac{d\Phi}{dt} = - \frac{R n_1}{n_1^2 R + n_2^2 r_1} v_1$$

D' altra parte abbiamo visto pure che

$$e_2 = - n_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

quindi

$$- \frac{R n_1}{n_1^2 R + n_2^2 r_1} v_1 = - \frac{e_2}{n_2}$$

dalla quale

$$\frac{v_1}{e_2} = \frac{n_1^2 R + n_2^2 r_1}{R n_1 n_2} = \frac{n_1}{n_2} + \frac{n_2 r_1}{n_1 R}.$$

Dagli elementi del circuito secondario abbiamo poi

$$v_2 = (R - r_2) c_2 = (R - r_2) \frac{e_2}{R}$$

cioè

$$v_2 = \left(1 - \frac{r_2}{R}\right) e_2$$

Sostituendo si ha il rapporto cercato

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1^2 R + n_2^2 r_1}{R n_1 n_2 \left(\frac{R - r_2}{R}\right)} = \frac{n_1^2 R + n_2^2 r_1}{n_1 n_2 (R - r_2)}$$

fra i valori istantanei delle differenze di potenziale ai serrafili dei due circuiti del trasformatore.

Osservando poi che

$$R = r + r_2$$

il rapporto può anche mettersi sotto la seguente forma:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1^2 r + n_1^2 r_2 + n_2^2 r_1}{n_1 n_2 r} = \frac{n_1}{n_2} + \frac{1}{r}\left(\frac{n_1 r_2}{n_2} + \frac{n_2 r_1}{n_1}\right)$$

Se il circuito del secondario è aperto $r = \infty$ è

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Solo in questo caso dunque il rapporto dei potenziali è uguale a quello del numero delle spire e quindi costante: vedesi perciò come non sia mai possibile in pratica rendere l'apparato autoregolatore.

Quando invece il secondario è chiuso e quindi il trasformatore funziona, il rapporto di trasformazione si avvicina o si allontana da questo limite a seconda che la resistenza r del circuito esterno cresce o diminuisce.

Se la spirale secondaria è in corto circuito ($r = 0$) allora

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} + \infty = \infty.$$

Infatti in questo caso deve essere $v_2 = 0$; ma non così può dirsi del rapporto $\frac{v_1}{e_2}$ che diventa

$$\frac{v_1}{e_2} = \frac{n_1}{n_2} + \frac{n_2 r_1}{n_1 r_2}$$

suo valore minimo.

Quando il circuito secondario è interrotto la corrente in esso è nulla; ma però una frazione d'energia viene sempre sottratta dalla rete dove il primario del trasformatore è inserito in derivazione. Infatti dalla equazione

$$C_1 \left(n_1^2 R + n_2^2 r_1\right) = n_2^2 v_1 + n_1 R \frac{\mathcal{R} \Phi}{4 \pi}$$

che abbiamo trovato antecedentemente ricaviamo

$$C_1 = \frac{n_2^2 v_1 + n_1 R \frac{\mathcal{R} \Phi}{4 \pi}}{n_1^2 R + n_2^2 r_1}$$

$$C_1 = \frac{n_2^2 v_1 + \frac{\mathcal{R} \Phi}{4 \pi} \left(n_1 r_1 + n_1 r_2\right)}{n_1^2 r + n_2^2 r + n_2^2 r_1}.$$

Per $r = \infty$ la frazione assume una forma indeterminata; ma al limite questa corrente che i tecnici chiamano *di magnetizzazione* diventa

$$C_1^1 = \frac{\frac{\mathcal{R} \Phi}{4 \pi} n_1}{n_1^2} = \frac{\mathcal{R} \Phi}{4 \pi n_1}$$

che è sempre debole pel fatto che $\mathcal{R} \Phi$ è sempre piccolo ed n_1 sempre grande: ad essa però vi si unisce quella dovuta alla reazione delle correnti parassite che si destano nel nucleo.

È noto infatti che il primario di un trasformatore quando il suo secondario è aperto consuma una corrente di piccola intensità, la quale aumenta coll'aumentare dell'energia formata dal secondario. La forza controelettromotrice che si sviluppa nel primario essendo grande quando il trasformatore non fornisce energia, permette solo ad una debole corrente di attraversarlo; ma a misura che il trasformatore dà sempre più del-

*

l'energia, la forza controelettromotrice decresce e la corrente sul primario aumenta. Così nelle stazioni di trasformatori il prodotto delle indicazioni del voltmetro e dell'elettrodinamometro è sempre superiore all'indicazione data da un wattmetro, e si sa anzi che per ridurre da quel prodotto l'energia consumata occorre moltiplicarlo per un cofficiente φ che dipende appunto dall'auto-induzione del primario, la quale diminuisce coll'aumentare del carico.

Per chiudere questo breve studio sul modo di inserire i trasformatori nei circuiti d'illuminazione calcoliamo per un caso particolare il valore del rapporto

$$\frac{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16 \pi^2 a^2} r_2^2 + (n_2^2 r_1 + n_1^2 r_2)^2}{\frac{\mathcal{R}^2 r_1^2}{16 \pi^2 a^2} + n_1^4}$$

trovato antecedentemente.

Scegliamo il trasformatore studiato dal Prof. Ferrini nella sua opera gia citata, a pag. 100 e seguenti. Per esso si ha $r_1 = 1.24$ $r_2 = 0.0031$ $n_1 = 1000$ $n_2 = 70$ ed

$$a = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{100}} = 200\,\pi.$$

Quanto ad $\mathcal{R}$ resistenza magnetica del nucleo osservando che

$$\mathcal{R} = \frac{L}{\mu S}$$

abbiamo

$$\mathcal{R} = \frac{368}{2000 \times 40.72}$$

adottando per la permeabilità μ il valore medio 2000.

Si vede subito che la quantità in $\mathcal{R}^2$ è trascurabile tanto rispetto al termine $(n_2^2 r_1 + n_1^2 r_1)^2$ pel numeratore che ad n_1^4 pel denominatore, sicchè il valore del rapporto si può ritenere essere approssimativamente

$$\frac{(n_2^2 r_1 + n_1^2 r_2)^2}{n_1^4} = \frac{n_2^2 r_1 + n_1^2 r_2}{n_1^2}.$$

Sostituendo abbiamo

$$\frac{\overline{70}^2\,,\ 1.24 + \overline{1000}^2\,.\ 0.0031}{\overline{1000}^2} = \frac{9176}{1.000.000} = 0{,}009176.$$

Il rapporto dunque fra il semiasse corrispondente a $C_2 = 0$ e quello corrispondente a $V_2 = 0$ è molto piccolo, come appunto è richiesto per l'autoregolabilità.

Il rapporto inverso invece

$$\frac{1}{0{,}009166} = 109$$

è grande per conseguenza, sicchè si può ritenere che l'elissi riesca enormemente schiacciata e che quindi entro limiti molto estesi la curva si possa confondere con una retta $V_2 =$ cost. che sarebbe l'equazione del trasformatore ideale.

Ing. G. Sartori.

SUL CIRCUITO MAGNETICO

DELLE DINAMO.

1. Il prof. O. Grotran, nell'ultimo fascicolo degli *Annali di Wiedemann* pel 1893, ha pubblicato i risultati di una serie di esperienze sul magnetismo dei cilindri cavi e pieni, dalle quali concluse che la magnetizzazione non penetra nel ferro che a piccolissime profondità, cioè resta in gran parte localizzata negli strati superficiali del cilindro, e quindi che in una dinamo, senza diminuirne il flusso, si possono adoperare, per gli elettromagneti induttori, nuclei cavi.

In due note, presentate all'Accademia dei Lincei nella seduta del 18 febbraio, e pubblicate nei Rendiconti, ho dimostrato come tale localizzazione superficiale non sia che apparente e si spieghi in modo completo mediante la considerazione della forza smagnetizzante esercitata dal magnetismo indotto sul campo induttore. Eseguendo le esperienze con cilindri pieni di diverso diametro invece che con tubi di diverso spessore di parete, si ottiene un'apparenza opposta, cioè una apparente localizzazione nelle regioni più interne.

Il sig. Du Bois, nel fascicolo di marzo degli *Annali di Wiedemann*, pubblica osservazioni analoghe alle mie. Anch'egli nota come dalle dette apparanze nulla si possa concludere circa la vera distribuzione del magnetismo in una sezione trasversale del cilindro. Nella 2ª delle mie note citate ho infatti mostrato che le apparenze stesse si presentano anche in un ellissoide di rotazione immerso in un campo uniforme, sebbene, com'è noto, la distribuzione vi sia uniforme. Questo caso può esser trattato interamente col calcolo.

Se tra un cilindro cavo ed uno pieno di ugual sezione metallica esiste differenza, questa è dovuta unicamente al diverso valore della forza smagnetizzante, (la quale dipende dalla forma del corpo indotto), e scomparirà allo scomparire di essa; ciò si prova sperimentando sopra cilindri cavi e pieni di diverse lunghezze; quando si giunga a lunghezze di poco più di 30 diametri, la differenza tra il cilindro pieno e il cavo della stessa lunghezza e sezione metallica è quasi scomparsa. Le esperienze dirette a provare questo fatto si trovano descritte in una terza nota presentata alla R. Accademia dei Lincei nella seduta del 4 marzo (1).

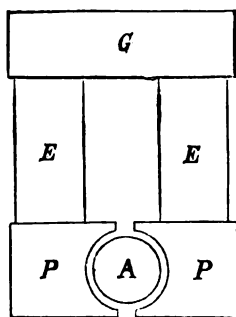
È pure evidente che il valore della forza smagnetizzante sarà diverso nei diversi punti della sezione, e quindi, se il campo primitivo è uniforme, non lo sarà il risultante. Perciò anche la intensità magnetica indotta sarà diversa nei diversi punti della sezione. In una quarta nota presentata nella medesima seduta (1) ho esposto un metodo per studiare sperimentalmente questa distribuzione del magnetismo nell'interno del nucleo ed ho dato alcuni dei risultati ottenuti. In un nucleo cilindrico lungo cm. 10 e del diametro di 2 circa, la magnetizzazione è ben lungi dall'esser nulla nell'interno, anzi è quasi costante per le minori intensità della forza magnetizzante; per le maggiori, cresce dall'asse alla superficie, lentamente nelle regioni più interne e rapidamente nelle più esterne. Ma questa non uniformità, essendo effetto della reazione, diminuirà al diminuire di questa, e quindi andrà anch'essa scomparendo al crescer della lunghezza del cilindro. Ho trovato infatti che in un cilindro lungo solo 25 diametri, nel quale la reazione è pur sempre molto sensibile, la distribuzione è quasi esattamente uniforme.

La reazione o forza smagnetizzante si elimina o diminuisce non solo allungando

(1) Queste due note non sono ancora pubblicate.

il nucleo, ma anche, ad esempio, piegandolo in modo da avvicinarne le estremità, da formarne cioè un circuito chiuso o quasi chiuso, come appunto è quello delle dinamo. Così si otterranno gli stessi effetti che coll'allungamento, ossia le apparenze osservate dal signor Grotran e le analoghe da me notate scompariranno nelle dinamo, e la distribuzione reale del magnetismo nella sezione del nucleo tenderà ad essere uniforme.

Il signor Ernst Schulz giunse appunto a questo risultato in alcune esperienze dirette a verificare le conclusioni del Grotran, e descritte nel fascicolo dell'8 febbraio dell' *Elektrotechnische Zeitschrift.* Il disaccordo tra queste esperienze e quelle del signor Grotran è attribuito dal sig. Schulz alla piccola lunghezza dei magneti delle dinamo adoperate relativamente a quella dei nuclei del sig. Grotran. Ho mostrato invece colle precedenti considerazioni che la spiegazione è precisamente opposta: l'apparente disaccordo dipende dal fatto che il circuito magnetico di una dinamo è paragonabile a un cilindro molto più lungo di quello che non siano i nuclei degli elettromagneti.

2. Sebbene le precedenti considerazioni, ampiamente svolte nelle mie 4 note citate, mi sembrino sufficienti a liggittimare questa mia spiegazione, ho voluto confermarla paragonando direttamente il circuito magnetico di una dinamo con quello di un cilindro.

A questo scopo ho sperimentato sopra un piccolo modello di dinamo del tipo Edison. I due nuclei *E* sono cilindri alti 4 cm. e del diametro di 2, cioè hanno una lunghezza di due diametri. Sopra di essi è avvolta una spirale magnetizzante di 245 spire per ciascuno, cioè di 61 per cm. sopra 6 strati. Nel centro di uno degli elettromagneti è avvolta anche una piccola spirale di 18 spire di filo sottile messa in comunicazione col galvanometro balistico (1), per le misure mediante il metodo balistico. Il pezzo di congiunzione *G* è lungo 6 cm. ed ha la sezione quadrata del lato di 2 cm. I pezzi polari *P* comprendono una cavità cilindrica del diametro di 2 cm. L'armatura è rappresentata da un cilindro di ferro lungo 2 cm. e di diametro minore di 2 cm. Ho sperimentato con tre armature che indico con *A B* e *C*, la prima lascia tutto intorno un intraferro di 3 mm., la seconda di 2 e la terza di 1. Ho eseguito le seguenti esperienze, nella prima delle quali il sistema magnetico è costituito da un semplice cilindro lungo due diametri, nelle altre il circuito magnetico va facendosi sempre più perfetto (2).

I. Un solo elettromagnete.
II. Due elettromagneti congiunti da pezzi non magnetici.
III. Due elettromagneti col pezzo di congiunzione di ferro *G*.
IV. Due elettromagneti coi pezzi polari *P*.
V. Due elettromagneti coi pezzi e coll'armatura *A*.
VI. Due elettromagneti coi pezzi e coll'armatura *B*.
VII. Due elettromagneti coi pezzi e coll'armatura *C*.

Sopra ciascun sistema ho sperimentato con 5 correnti magnetizzanti *i* diverse. I risultati sono riportati nella seguente tabella I, che dà il flusso totale espresso in millimetri della scala del galvanometro (nelle esperienze sugli ultimi 4 dei 7 sistemi si doveva introdurre una forte resistenza nel circuito indotto; i numeri della tabella I sono già ridotti per questo riguardo). Le deviazioni sono ottenute invertendo la corrente.

(1) La disposizione delle esperienze è quella descritta in un mio articolo sulla induzione magnetica stampato nei vol. II, pag. 133 dell' *Elettricista.*

(2) I risultati che si ottengono sopra un piccolo modello si possono generalizzare, perchè, come è noto, il valore della magnetizzazione in ogni punto dipende solo dalla forma del pezzo, cioè dalle dimensioni relative e non dalle assolute, ed è il medesimo per forme simili.

TABELLA I.

i amp.	I	II	III	IV	V	VI	VII
0.100	2.6	3.1	6.8	19.6	23.7	27.9	35.6
0.500	13.6	15.7	35.4	112.9	138.8	164.0	214.1
1.000	27.0	31.4	70.3	226.0	278.5	328.5	423.4
1.425	38.5	44.8	100.1	327.6	394.3	465.2	589.5
2.802	62.1	71.4	159.6	518.9	622.6	699.9	786.0

Il confronto di questi 7 diversi circuiti magnetici con altrettanti cilindri di diverse lunghezze (relative al diametro) si fa ricorrendo alle curve che hanno per ascisse le lunghezze relative e per ordinate il flusso totale, misurato al centro e corrispondente ad una data forza magnetizzante. Occorre una curva per ognuna delle forze magnetizzanti adoperate (amper-giri per cm.) Alcune di tali curve sono riportate nel mio articolo sopra citato (*Elettricista*, vol. II, pag. 133). Si costruisca ad esempio la linea per $i = 0{,}100$ (circa 6 amper-giri), all' ascissa 2, cioè a un cilindro lungo due diametri (come quello dell'esper. I^a^) corrisponda l'ordinata M. In una delle altre esperienze, per esempio nella IV^a^ il flusso sta a quello dell'esperienza I^a^ (per la stessa i) come 8,3 a 1, l'ascissa che, nella curva, corrisponde all'ordinata 8,3 M dà la lunghezza cercata di un cilindro nel quale allo stesso numero di amper-giri corrisponde un flusso massimo eguale a quello del circuito magnetico IV.

Ho fatto questa determinazione per 3 diversi numeri di amp-giri per cm. e per tutti i 7 circuiti citati, ed ho trovato così i valori delle lunghezze dei cilindri corrispondenti. Questi valori sono raccolti nella seguente tabella.

TABELLA II.

ni	I	II	III	IV	V	VI	VII
6	2	3	5,4	16	13	19	24
18	2	?	6	14	17	19	22
45	2	4	5,4	11	13	15	17
medie	2	3,5	5,6	14	16	18	21

I tre numeri, relativi alle 3 diverse intensità, sono notevolmente concordanti tra loro, se si considera che non può sussistere la completa equivalenza tra un cilindro ed un circuito complesso come quelli qui considerati, e che le esperienze sono fatte sopra pezzi di ferro diversi.

Una conferma di questo risultato si ha tracciando per ciascuna delle 7 esperienze una linea avente per ordinate le i e per ascisse i flussi dati nella tabella I^a^. Queste linee sono quasi esattamente rette per le prime 5 esperienze, la curvatura, colla concavità in basso, non si manifesta che nella VI e diventa notevolissima nella VII. Ora le esperienze sopra cilindri di diversa lunghezza mostrano appunto che, nei limiti delle forze magnetizzanti adoperate, le sbarre corte danno curve rettilinee, o leggermente concave in alto, mentre la concavità in basso non comincia a manifestarsi che per lunghezze prossime a 20 diametri.

Ad ogni modo, da quanto precede, parmi messo in chiaro in modo diretto il fatto, che del resto non ammetteva dubbio, che gli elettro-magneti, nelle condizioni in cui sono nelle dinamo, si possono paragonare (fino a un certo punto) a cilindri molto più lunghi di quelli di cui sono in realtà formati e tanto più lunghi quanto meglio chiuso è il circuito magnetico. Per la lunghezza di 21 diametri secondo quanto sopra si è detto, la distribuzione della magnetizzazione è già quasi uniforme.

Noterò infine come il risultato delle precedenti esperienze spieghi la piccolezza del magnetismo residuo nelle dinamo, giacchè esso è piccolissimo nei cilindri fino a 20 diametri circa come risulta anche dalle esperienze descritte nel mio citato articolo. Non è quindi necessario ricorrere, per tale spiegazione, alle vibrazioni cui è soggetta la macchina in moto. (V. Fleming: *The alternate corrent trasformer*, I, pag. 70, 1892).

Dal laboratorio di fisica della R. Scuola degli Ingegneri in Roma.

M. Ascoli.

TRAMVIE ELETTRICHE DI MARSIGLIA

(Continuazione, vedi pag. 65).

Lavoro da fornire. — Esaminando il profilo della via (che fu già rappresentato nella figura 3), se ricerchiamo in ciascun punto del percorso la forza occorrente per muovere una vettura a una data velocità ed il lavoro dalla vettura stessa assorbito per un dato percorso, si trova, per la linea Marsiglia-San Luigi: $P = 10$ kg. per tonnellata, per lo sforzo di trazione in orizzontale, e $P' = 1$ kg. per lo sforzo supplementare da aggiungere a P per ogni millimetro di pendenza. Lo sforzo totale di trazione quindi è, p. e. su rampa dell'8 ‰, 18 chilogrammi; cioè 180 kg. per una vettura normale di 10 tonnellate. In discesa invece lo sforzo di trazione sarà diminuito di 1 chilogrammo per ogni millimetro di pendenza; sarà ridotto cioè (per la stessa vettura e per la stessa rampa dell'8 ‰) a 20 kg.

Tale risultato è molto approssimato e non può dirsi assoluto, perchè varia a seconda dello stato della linea, e delle condizioni atmosferiche.

La tabella seguente fornisce il calcolo del lavoro corrispondente alla trazione di una vettura carica, per un viaggio completo, e la determinazione della forza necessaria per la trazione in ogni punto del percorso.

Tenendo conto della direzione delle frecce (vedi la colonna delle osservazioni) si vedrà che nel primo tratto p. e., lo sforzo di trazione sarà di 50 kg. quando la vettura discende, e che al ritorno lo sforzo raggiungerà 150 chilogrammi.

I motori hanno sviluppato sugli assi, in questo caso, una forza di 3,7 cavalli nell'andata e di 11,1 cavalli nel ritorno. In dati momenti o in certi punti essi dovranno sviluppare da 25 a 26 cavalli.

Da questa tabella si vede che il lavoro necessario per *un* percorso di *una* vettura a carico normale è di 1790430 chilogrammetri, cioè in cifra tonda di 1800000 chilogrammetri.

Questa cifra dev'essere aumentata del 35 ed anche del 40 %, se si tiene conto delle numerosissime fermate e di qualche salita in curve di piccoli raggi.

Il rendimento industriale del sistema di trazione essendo del 55 % circa, l'officina deve conseguentemente fornire 100 cavalli effettivi per ogni 55 cavalli utilizzati. Ritenendo che per una corsa completa, andata e ritorno, ci vogliano ore 1.30, cioè 5400 secondi, occorre che l'officina produca in media 11,25 cavalli-vapore per vettura e per secondo.

Normalmente si trovano in circolazione 8 vetture, sono perciò necessari $8 \times 11.25 = 90$ cavalli vapore. Ma prevedendosi il caso che in dato momento, sia perchè parecchie vetture si trovino sopra una forte rampa, sia per un sovraccarico di

viaggiatori, lo sforzo possa superare questi 90 cavalli, si sono impiantate delle macchine capaci di sviluppare fino a 100 cavalli.

E siccome d'altra parte il capitolato d'oneri prevede la messa in moto di 12 vetture per le domeniche e per i giorni di festa, si vede che nei giorni di servizio straordinario occorre al minimo una forza di 12 × 11. 25, cioè di 135 cavalli vapore. Questo valore non si può ottenere che per mezzo di due macchine: si è perciò subito istallata una terza macchina che serve anche di ricambio, nel caso si guastasse una delle altre due.

LAVORO TOTALE *corrispondente alla trazione di una vettura del peso di 10 tonnellate, per un percorso completo d'andata e ritorno. Sforzo necessario in ciascun punto del percorso alle differenti velocità prescritte.*

Lunghezze parziali	Pendenza in mm. per m. delle lunghezze parziali	Sforzo di trazione per 10 tonnellate		Lavoro corrispondente in kgm. per la trazione della vettura		Velocità in km. all'ora	Durata del percorso delle lunghezze parziali	Sforzo in cavalli sopra ciascuna lunghezza parziale		*Osservazioni*
		andata	ritorno	andata	ritorno					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
45	5	50 ✓	150	2250	6750	20	8,1	3,7	11,1	Le freccie delle colonne 3 e 4 indicano il senso della pendenza nelle lunghezze parziali, partendo da Belsunce verso San Luigi.
130	7	170 ↗	30	22100	3900	20	23,4	12,5	2,2	
125	15	250 ↗	»	31250	»	20	22,5	18,5	»	
60	25	350 ↗	»	21000	»	20	10,8	25,9	»	
82	59	690 ↗	»	56580	»	10	29,5	25,6	»	
210	52	620 ↗	»	130200	»	10	75,6	23,0	»	
385	20	300 ↗	»	115500	»	20	69,3	22,3	»	
95	14	» ✓	240	»	22800	20	17,1	»	17,8	La velocità della vettura deve essere di 20 chilometri, sulle rampe non eccedenti 25 millimetri per metro. Nella strada di Aix, la cui rampa minima è di 52 mm. per metro, le vetture debbono montare con una velocità di 10 chilometri. Per le rampe da 25 a 52, la velocità delle vetture dev'essere di 15 chilometri all'ora.
235	40	» ✓	500	»	117500	10	84,4	»	18,5	
80	30	» ✓	400	»	32000	15	21.6	»	19,8	
265	13	» ✓	230	»	60950	20	47,7	»	17,1	
265	8	20 ✓	180	5300	47700	20	47,7	1,5	13,4	
460	15	» ✓	250	»	115000	20	82,8	»	18,5	
715	2	120 ↗	80	85800	57200	20	128,7	8,5	5,9	
700	10	200 ↗	»	140000	»	20	126,0	14,9	»	
145	3	70 ✓	130	10150	18850	20	26,1	5,3	9,7	
95	6	160 ↗	40	15200	3800	20	17,1	11,9	2,9	
110	3	70 ✓	130	7700	14300	20	19,8	5,2	9,7	
600	30	400 ↗	»	240000	»	15	162,0	19,8	»	Lo sforzo di trazione in piano è di 10 chilogrammi per tonnellata.
470	1	110 ↗	90	51700	42300	20	84,6	8,1	6,7	
85	25	350 ↗	»	29750	»	20	15,3	25,9	»	
385	42	520 ↗	»	200200	»	15	09,0	24,6	»	
60	27	370 ↗	»	22200	»	15	16,2	18,2	»	Il peso totale di una vettura vuota è di 6800 chilogrammi, compresi i motori e l'armamento elettrico.
275	12	220 ↗	»	60500	»	20	49,5	16,4	»	
				1247380	543050		1294,8			
				1790430 kmg.			21,1|2 min.			

Dobbiamo ritornare sulle difficoltà degli spostamenti delle vetture, che pur troppo si devono addebitare ai viaggiatori. Non vogliamo fare uno studio sui costumi, nè vorremmo ricordare le scene di selvaggia brutalità di cui specialmente i deboli, donne e fanciulli, restano vittima attorno alle vetture delle tramvie, scene che la stessa stampa locale ha dovuto qualche volta biasimare, se non vi fosse implicata la questione tecnica. Ma il fatto esiste ed influisce sulle condizioni di lavoro, aumentando la forza di resistenza, ed è causa di un consumo enorme di vapore. La causa risiede in usi e costumi di altri tempi.

Nessuna regola, nessun limite nei posti, il diritto assoluto che si arroga una popolazione cosmopolita di trasgredire qualsiasi regolamento, di salire dalla parte anteriore della vettura mentre essa cammina, e malgrado le barriere, e viceversa fare fermare la vettura secondo il capriccio ad ogni 20 passi, per discendere tranquillamente dalla parte posteriore a dispetto dei viaggiatori stranieri, che sono poco abituati a tal modo di procedere; tali sono le condizioni di esercizio che l'impresa ha dovuto subire, dopo avere inutilmente lottato e tentato di reagire. L'eloquenza delle cifre non ammette discussione. Le vetture, calcolate per quaranta posti con un massimo di cinquanta, sono state spesso invase da ottanta e fin da ottantasette persone; cioè il doppio del carico previsto!

In presenza di tale eccedenza di viaggiatori, l'impresa ha aumentato il numero delle vetture, accresciuta la forza degli elettromotori, ha completato lo sviluppo dell'officina, e finalmente ha ridotto la durata della corsa da ore 1,30′ ad ore 1,10′ il che ha provocato una maggiore affluenza di viaggiatori.

Non è meno vero che tale inerzia incosciente si ripercuota sui motori, sugli organi che occorre affaticare eccessivamente; donde viene la difficoltà di rendersi conto esatto di un funzionamento normale, di calcolare le spese e gli sforzi, e perfino di stabilire una esatta tariffa pei trasporti.

Questa stessa esagerata preoccupazione milita in favore della trazione elettrica; è dessa una prova come tale nuova maniera di trasporto corrisponda ad un bisogno. Le cifre a tale riguardo son chiare abbastanza: Dal giugno al novembre 1892 le tramvie di San Luigi han trasportato 1,400,000 viaggiatori.

Come si è detto, i motori primitivi in causa dei sovracarichi non potevano più dare facilmente la richiesta velocità, e l'impresa li ha cambiati, portandone la forza da 13 a 17 cavalli per ciascun asse. Si e così assicurato il servizio, mentre si è anche aumentata la velocità, riducendo a 20 minuti la durata dalla corsa. Nello stato attuale, invece delle 8 vetture previste dal principio, se ne possono mettere fino a 18 in servizio. Tuttavia, come si è visto dalla curva dell'amperometro, le variazioni dello sforzo di resistenza sono troppo brusche, e non occorrono che delle macchine di accuratissima costruzione, per rispondere costantemente ai bisogni della linea. In pochi momenti il lavoro può essere di 100 cavalli vapore, scendere a zero, raggiungere 50 cavalli, ecc., sia che il lavoro massimo occorra per lo spostamento di parecchie vetture sovraccariche e sovra rampe, sia che riducasi a zero perchè parechie vetture trovansi ferme e le altre corrono in discesa.

Queste grandi variazioni nello sforzo di resistenza spiegano l'enorme consumo di vapore.

A tutte queste variazioni ne corrispondono altre che si riferiscono ancora alla questione elettrica. La linea infatti, costituita da un filo aereo accuratamente isolato e da rotaie o fili di ritorno non isolati, subisce evidentemente delle perdite di corrente. Queste perdite sono variabili. Le misure han dato i risultati seguenti: durante un servizio di 8 vetture la perdita media di voltaggio era del 4,2 °/₀ nella stazione di San Luigi e di 0,8 °/₀ in quella di Belsunce; la perdita massima è stata del 14,8 °/₀ a San Luigi e dell'11,8 °/₀ a Belsunce. Questi valori massimi corrispondono allo spostamento contemporaneo di vetture.

La sensibile differenza di perdita per San Luigi e per Belsunce è dovuta al fatto che la stazione di Belsunce è più vicina di quella di San Luigi all'officina generatrice.

Nella linea attuale il polo positivo è messo a terra, cioè rilegato alle rotaie, e il negativo va al conduttore aereo. Gli ingegneri dell'impresa credono in tal modo di potere

evitare taluni effetti di elettrolisi, ben noti del resto, che si produrrebbero con delle rotaie in contatto costantemente con un terreno più o meno umido. Gli effetti galvanici prodotti potrebbero, a quanto credono, alterare la superficie di contatto, producendo un aumento di resistenza sulla linea. Queste idee vennero combattute da altri elettricisti. In telegrafia, in proporzione minore, la questione venne risoluta da tempo. Molti fili semplicemente avvolti e con giunture difettose sono stati ricondotti dalla corrente negativa a una conduttività assai grande, mentre l'invio permanente della corrente positiva crea enormi resistenze per la ossidazione della parte avvolta.

A tempo asciutto la resistenza chilometrica si trovò di 40000 ohm ed al tempo piovoso di 35000, senza vetture sulla linea.

Freno elettrico. — Se per mezzo di apposito interruttore a mano si chiude su sè stesso il circuito degli elettromotori, quando una vettura discende per effetto della gravità, la forza contro elettro-motrice degli indotti sviluppa una corrente che tende ad arrestare i motori. Da ciò una risorsa per moderare le discese, che potrebbero effettuarsi con la voluta velocità, sopra una data pendenza, intercalando nel circuito degli elettro-motori una resistenza tale che lo sforzo di resistenza generato faccia equilibrio alla gravità. Si potrebbe dunque far uso del freno elettrico, se fosse utile: tuttavia non se ne fa uso, poichè sulla linea di Marsiglia si avrebbe l'inconveniente della manovra continua dell'interruttore, essendo molto irregolare la linea; ma nel caso di lunghe pendenze regolari, come quelle della ferrovia elettrica di montagna di Mürren, che ha 3500 m. di percorso in continua discesa del 5 °/₀₀, il freno elettrico può effettivamente rendere dei servizi.

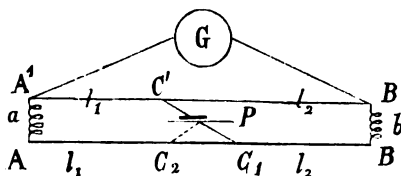
(*Continua*). *Paolo Marcillac.*

UN METODO TECNICO

PER DETERMINARE LA RELAZIONE FRA LA RESISTENZA ELETTRICA DI UN CONDUTTORE E LA SUA TEMPERATURA.

In una nota pubblicata negli Atti dell'Accademia dei Lincei (1) il prof. M. Ascoli espose un nuovo metodo per la calibrazione elettrica di un filo metallico, che poi applicò anche a ricerche sperimentali sopra le relazioni fra l'elasticità e la resistenza elettrica dei metalli. Quel metodo può essere applicato opportunamente per determinare il legame che esiste fra la resistenza elettrica di un conduttore e la sua temperatura.

Fig. 1.

Si abbia una rete di conduttori come quella rappresentata schematicamente dalla figura 1. In questa AB, $A'B'$ sono due fili metallici tesi di lunghezza e di resistenza arbitrarie, per esempio i fili di due ponti di Wheatstone; a e b sono due resistenze qualunque, la cui differenza è inferiore a quella del filo AB. P è una sorgente di forza elettromotrice; C e C' sono due contatti mobili sopra i due fili AB, $A'B'$; G è un sensibile galvanoscopio. Se C_1 è il punto, in cui il galvanoscopio non accusa corrente, anche quando il circuito della pila è chiusa, e tutto è disposto come in figura, e C_2 è il punto che gode della

(1) Atti Accademia Lincei, marzo, 1885.

medesima proprietà, quando, tutto restando inalterato, si scambiano fra loro le resistenze a e b, la resistenza del tratto di filo $C_1 C_2$ è la differenza fra le due resistenze a e b. Cambiando il punto C', cambiano i punti C_1, C_2 di posizione, ma sono sempre estremi di un segmento di filo della stessa resistenza. Questa proprietà si dimostra immediatamente così:

Siano rispettivamente $l_1\, l_2\, l'_1\, l'_2\, \rho$ le resistenze dei tratti $A C_1$, $C_1 B$, $A' C'$, $C' B'$, $C_1 C_2$, e si continui a chiamare a e b le resistenze, che si debbono permutare. Affinchè nel galvanoscopio non passi corrente, debbono essere uguali le resistenze dei due tratti $C' A' A C_1$, $C' B' B C_1$, nel primo caso, e $C' A' A C_2$, $C' B' B C_2$ nel secondo: debbono cioè essere soddisfatte le seguenti equazioni:

$$l'_1 + a + l_1 = l'_2 + b + l_2 \,;\; l'_1 + a + l_1 - \rho = l'_2 + b + l_2 + \rho$$

donde appunto deducesi:

$$\rho = b - a.$$

Se le due resistenze a e b sono costituite da due tratti di filo, l'uno b mantenuto a temperatura costante, l'altro a sottoposto a temperatura variabile, il tratto $C_1 C_2$ varia anch'esso continuamente in corrispondenza delle variazioni di resistenza del filo ~~A~~ a

Fig. 2.

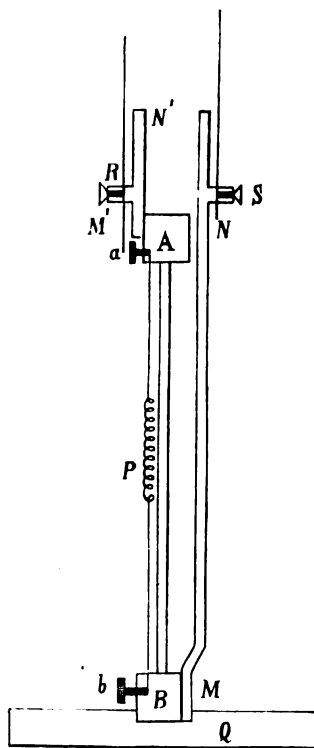
Questo è il principio del metodo, il quale può applicarsi facilmente in pratica, adottando le disposizioni seguenti.

La figura 2 rappresenta la disposizione degli apparecchi elettrici. $A B$, $A' B'$ sono i fili di due ponti: $A' B'$ può essere di qualunque sostanza, $A B$ conviene che sia della medesima sostanza e del medesimo diametro di quello che deve sperimentarsi. In 1 e 2 sono rappresentati due commutatori a vaschette piene di mercurio, ai quali sono collegate le estremità dei fili $A B$, $A' B'$ nel modo espresso dalla figura. M è il filo da studiare collocato sufficientemente lontano dai ponti, affinchè non giungano a questi radiazioni termiche. La resistenza, che nella prima figura abbiamo indicato con a, è qui rappresentata dall'insieme dei due fili di congiunzione, che uniscono M ai commutatori, del filo M, della resistenza dei contatti a mercurio, che può sempre rendersi trascurabile, e dei fili, che uniscono i commutatori ai punti A, A'. Invece la resistenza b è rappresentata dal tratto N è dagli altri fili di congiunzione. Il sistema dei due ponti e dei due commutatori coi fili di unione è tenuto in un bagno d'acqua perchè la temperatura rimanga costante e non subisca variazioni sensibili per la vicinanza dello sperimentatore. I quattro fili, che uniscono i tratti $M N$ ai commutatori sono della stessa sostanza, e, contrariamente a quanto per semplicità è fatto in figura, sono avvolti l'uno sull'altro, e anche verso gli estremi corrono il più possibilmente vicini, ed hanno tutti la stessa resistenza a $O°$. Così, se anche si manifestano variazioni di temperatura nell'ambiente, poichè ogni punto ha sempre sensibilmente la stessa temperatura dei punti molto prossimi, è costantemente nulla la differenza fra la resistenza dei fili d'unione del tratto M e quella dei fili d'unione del tratto N. Questo fatto del

resto fu anche verificato sperimentalmente, come dirò appresso. I fili, che congiungono i commutatori ai punti, hanno resistenza trascurabile.

Disposte in tal guisa le cose, è chiaro per quanto prima è stato dimostrato, che, se si determina il punto C_1, quando i commutatori sono disposti in guisa da avere le comunicazioni segnate con tratto pieno, e si determina il punto C_2, quando i commutatori sono disposti in guisa da avere le comunicazioni segnate con tratto punteggiato, il segmento $C_1 C_2$ ha una resistenza uguale alla differenza fra le resistenze dei due tratti M ed N. E se il tratto N si sopprime, come è possibile, saldando insieme i due fili di congiunzione, che l'uniscono ai commutatori, si ha senza altro nel segmento $C_1 C_2$ la resistenza del tratto M. Se il filo AB è elettricamente calibro, come spesso accade, quando esso è di rame o di altra sostanza, che si ottiene facilmente omogenea, si può ritenere la resistenza del segmento $C_1 C_2$ proporzionale alla sua lunghezza, che si legge immediatamente nella scala del ponte. Se ciò non è, si può a priori calibrare il filo col metodo esposto nella nota, cui ho accennato sul principio; e ugualmente tradurre la resistenza $C_1 C_2$ in lunghezza. Io ho operato con un filo di rame, che riscontrai sufficientemente calibro in relazione all'esattezza, che potevo ottenere colle misure.

Fig. 3.

Il filo da sperimentare e che deve essere introdotto in un recipiente calorimetrico può essere disposto come è rappresentato dalla figura 3. A e B sono due cubi di rame abbastanza grossi, perchè possano considerarsi elettricamente come un punto solo. $M N$, $M' N'$ sono due grossi fili o due sbarre di rame, anch'esse di resistenza trascurabile, saldate con un estremo l'una al cubo inferiore, l'altra al cubo superiore, e muniti in alto di due serrafili. I due cubi sono collegati fra loro con un bastone di legno. P è il filo da sperimentare, che con due viti di pressione si può inserire fra i cubi. Q è un piattello in legno, sul quale riposa tutto il piccolo apparecchio. Ai due serrafili R ed S si uniscono i due fili di congiunzione del conduttore da sperimentare ai commutatori del bagno, ossia i due fili m, n della figura 2. L'apparecchio della figura 3 è collocato in un recipiente calorimetrico a sua volta disposto entro un secondo recipiente anulare pieno del liquido, che si vuol adoperare per produrre le variazioni di temperatura. Due agitatori vengono disposti per mettere in movimento il liquido nei due recipienti, e due termometri per la misura delle temperature.

L'esperienza si può condurre così: Sia nel recipiente calorimetrico, che in quello anulare esterno viene introdotta acqua calda. La temperatura nel recipiente calorimetrico è mantenuta al grado voluto aggiungendo continuamente acqua calda o fredda nel recipiente anulare. Con sifoni e pinze a molla l'introduzione e l'estrazione dell'acqua dal recipiente esterno può esser fatta assai prontamente, e quindi è facilissimo mantenere la temperatura esterna per qualche tempo entro il grado. Durante lo stesso tempo certamente la temperatura interna non varia sensibilmente. E basta che la tempe-

ratura sia mantenuta costante solamente due o tre minuti perchè l'osservazione possa farsi.

Un secondo artifizio per rendere più breve l'operazione è quello di cercare la giusta posizione C_1 del corsojo in corrispondenza alla temperatura t, e la posizione C_2 in corrispondenza alla temperatura $t + 1$. La resistenza trovata $C_1 C_2$ corrisponderà alla temperatura $t + \frac{1}{2}$. Così basta mantenere costante la temperatura il tempo necessario per trovare una sola posizione del corsojo, e questo tempo è appena di due o tre primi.

Quanto alla esattezza del metodo posso osservare che nelle mie misure ho adoperato un galvanometro Siemens a riflessione e ad imagine virtuale di tale sensibilità, che ad un decimo di millimetro di spostamento del corsojo del ponte corrispondeva una variazione di 3 decimi di millimetro nella deviazione della scala. Questa variazione è certamente assai visibile. Può ammettersi dunque come massimo errore nella determinazione del tratto $C_1 C_2$, due decimi di millimetro, e, come errore complessivo delle due determinazioni che debbono farsi alle due temperature limiti, per ottenere il coefficiente medio di variazione delle resistenze, quattro decimi di millimetro. Se il filo del ponte è di rame del diametro di un millimetro, un tratto di 4 decimi di millimetro ha a 0° la resistenza circa di $\frac{\lambda}{100000}$ di ohm.

Questa è la parte di errore relativo alla misura elettrica, non mi occupo di quello relativo alla temperatura, che può essere assai piccolo, se si scelgono temperature facilmente determinabili.

L'errore complessivo poi può diminuirsi ancora ripetendo l'esperienza più volte, e trattando i risultati col metodo dei minimi quadrati.

Ing. FERDINANDO LORI.

LA LOCOMOTIVA ELETTRICA HEILMANN

In Francia si fa un gran parlare degli esperimenti di trazione, testè eseguiti con la locomotiva elettrica di J. J. Heilmann.

Questo sistema fu, due anni or sono, sottoposto al giudizio di un comitato tecnico delle ferrovie francesi, ed i giornali scientifici parlarono allora in vario senso del nuovo concetto che si voleva introdurre per risolvere il problema della trazione elettrica. Heilmann ha dato ora corpo al suo concetto, ed i risultati ottenuti con la nuova locomotiva sebbene non abbiano nulla di straordinario, aprono la via a qualche speranza.

Heilmann ha accoppiato in un modo assai ingegnoso l' ufficio del vapore e dell' elettricità. La corrente elettrica per i motori non è fornita da stazioni centrali ; non vi è quindi bisogno di palificazioni speciali per i conduttori aerei nè di rotaje isolate o di sistemi consimili: la locomotiva di Heilmann è una vera officina elettrica ambulante, e produce da sè la corrente di cui ha bisogno; in ultima analisi essa non è che una locomotiva ordinaria in cui la trasmissione del movimento dalla macchina a vapore all'asse delle ruote vien fatta per mezzo dell'elettricità.

Una intelajatura d'acciaio, con piano pure d'acciaio della lunghezza totale di 16 metri e simile a quello delle locomotive a vapore, è sostenuta da due carrelli a quattro assi ciascuno. Su questo piano sono disposti: una caldaia del tipo Lenz, un motore di 600 ad 800 cavalli, di costruzione speciale, e una dinamo Brown-Boveri a corrente continua di circa 500 chilo-watt, a 6 poli, che può dare una corrente di 1200 ampere alla tensione di 400 volt.

Questa dinamo viene eccitata da una più piccola a quattro poli che è mossa da un motore separato di 20 cavalli circa, alimentato dalla grande caldaia. La piccola dinamo può fornire, alla ten-

sione di 100 volt, una corrente di 100 ampere, adoperata in parte per l'eccitazione della generatrice e in parte per l'illuminazione del treno. La corrente della grande dinamo è lanciata in otto motori Brown a 4 poli, montati direttamente sugli 8 assi della locomotiva.

Gli otto motori formano due gruppi accoppiati in derivazione, ma un commutatore-interruttore permette di distribuirli ed accoppiarli a seconda delle esigenze, e di toglierne di circuito qualcuno in caso di avarie.

Il peso totale della locomotiva è di 118 tonnellate, a carico completo d'acqua e di carbone. È un peso abbastanza rilevante in confronto a delle ordinarie locomotive a vapore, e forse, non essendo suscettibile di grande diminuzione, costituisce il lato più debole del nuovo sistema.

Negli esperimenti di trazione fatti il 20 febbraio scorso fra Beuzeville ed Havre fu raggiunta la velocità di 95 chilometri all'ora sopra una pendenza del 3 °|₀₀ e di oltre 60 chilometri in una salita dell'8 °|₀₀, rimorchiando un treno di 90 tonnellate.

Questi risultati non hanno nulla di straordinario specialmente se paragonati a quelli che si ottengono con le locomotive moderne a grande velocità; ma bisogna notare che le locomotive a vapore hanno raggiunto un altissimo grado di perfezione, mentre le locomotive elettriche sono ancora nell'infanzia, e che il tipo imaginato da Heilmann è soltanto un primo tentativo di un sistema del tutto differente da quelli esperimentati fino ad ora.

Certamente in questa doppia trasformazione di energia si deve riscontrare una perdita rilevante di forza; ma bisogna pure tener presente che il cavallo-vapore sviluppato da una locomotiva ordinaria costa molto più di quello fornito da una semplice macchina a vapore, e che inoltre col sistema elettrico tutto il peso della locomotiva viene equabilmente distribuito sugli assi motori, e restano quasi del tutto soppressi quei moti sussultori e di serpeggiamento che tanto danneggiano la via.

Prima di concludere sul valore pratico della locomotiva Heilmann dobbiamo aspettare il responso degli ingegneri delle ferrovie; e se ai dati d'ordine scientifico faranno giusto riscontro quelli d'ordine industriale ed economico, non si potrà disconoscere nel sistema Heilmann un gran passo verso la meta che si prefiggono da anni gli elettricisti di tutti i paesi, i quali sanno che il problema della sostituzione dell'elettricità al vapore nella trazione, non è risolto dai sistemi oggi conosciuti, la cui sicurezza ed efficacia non sono per ora garantite che per piccole velocità e per brevi percorsi.

I. BRUNELLI.

DISEGNO DI LEGGE

PER LA TRASMISSIONE A DISTANZA DELL'ENERGIA ELETTRICA.

L'on. Boselli, Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio, ha presentato alla Camera dei Deputati il 12 dello scorso marzo un disegno di legge, tendente a disciplinare i trasporti elettrici di forza in relazione alle servitù di passaggio nelle altrui proprietà.

Per l'importanza della questione, noi riproduciamo gli articoli compresi in questo disegno di legge, riservandoci però di esporre alcune nostre considerazioni in uno dei prossimi numeri.

Art. 1 — Ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche sospese o sotterranee che vogliano eseguirsi da chi abbia permanentemente od anche solo temporaneamente, il diritto di servirsene per usi industriali.

Sono esenti da questa servitù le case, salvo per le facciate verso le vie e piazze pubbliche, i cortili, i giardini e le aie ad esse attinenti.

Art. 2. — Chi domanda il passaggio debbe fare tutte le opere necessarie per servirsene e per eliminare ogni pericolo per la incolumità delle persone: può anche essere obbligato a servirsi di opere già praticate dal proprietario e adatte allo scopo, corrispondendo al proprietario un'equa indennità per le spese di impianto già da lui sostenute e contribuendo anche proporzionalmente nelle spese di manutenzione.

Art. 3. — Deve anche permettersi il passaggio delle condutture a traverso a canali od acquedotti o ad altri manufatti inservienti ad altri usi purchè non ne venga impedito o menomato l'uso di questo a danno del proprietario.

Art. 4. — Dovendosi nell'eseguire le condutture elettriche attraversare strade pubbliche ovvero fiumi o torrenti o toccare la facciata esteriore di case verso le vie o piazze pubbliche, si osserveranno le leggi e i regolamenti speciali sulle strade e sulle acque e le prescrizioni delle autorità competenti.

Art. 5. — Chi vuol far passare le condotte elettriche sul fondo altrui deve giustificare di poter disporre delle medesime e stabilirne il valore e l'utilità industriale, deve inoltre giustificare che il passaggio richiesto ed il modo di esercizio del medesimo sia il più conveniente ed il meno pregiudizievole al fondo serviente, avuto riguardo alle circostanze dei fondi vicini ed alle altre condizioni del corso e del luogo ove debbe essere condotta la energia elettrica.

Art. 6. — Prima d'imprendere le esecuzione della condotta, chi la chiede deve corrispondere al proprietario del fondo serviente una indennità da ragguagliarsi alla diminuzione di valore del suolo, sul quale la servitù si vuole imporre derivante direttamente dalla imposizione dall'esercizio della servitù medesima. Per ragguaglio al valore il suolo medesimo sarà considerato quale trovasi e senza detrazione alcuna per qualsiasi carico che lo colpisca e col soprappiù del quinto.

Debbe inoltre risarcire al proprietario i danni immediati e quelli derivanti dalla intersecazione del fondo o da altro deterio-

ramento, non che dall' esercizio del passaggio attraverso il fondo per la sorveglianza e manutenzione della condotta elettrica.

Art. 7. — Ove la domanda di passaggio della condotta sia fatta per un tempo non maggiore di 9 anni l' indennità ragguagliata al valore del suolo sarà ridotta alla metà, ma scaduto il termine il fondo dovrà essere ridotto in pristino a cura e spese del concessionario della condotta.

Chi ha ottenuto il passaggio temporaneo può avanti la scadenza del termine renderlo perpetuo pagando l'altra metà con gli interessi legali dal giorno in cui il passaggio venne praticato.

Scaduto il primo termine non gli sarà più tenuto conto di ciò che ha pagato per la concessione temporanea.

Art. 8. — Il proprietario della condotta elettrica dovrà in ogni tempo osservare quanto è o sarà disposto dalle discipline legali o regolamentarie speciali sulla materia, e quelle speciali prescrizioni che sono o saranno stabilite pel regolare esercizio delle comunicazioni telegrafiche o telefoniche.

A. Banti.

BIBLIOGRAFIA.

La trazione elettrica, *per l'ing.* Giulio Martinez.

Sebbene l'applicazione dell'elettricità alla trazione abbia ottenuto in questi ultimi anni uno sviluppo veramente prodigioso, mancava fino ad ora un libro che esponendo spassionatamente i vari sistemi di trazione ponesse in grado di distinguerli nei particolari e di apprezzarli al loro giusto valore.

L'ing. Martinez ha con singolare maestria colmato questa lacuna: ha esposto ed analizzato con rara chiarezza le disposizioni proposte dai vari costruttori, e molto serenamente le ha discusse. Ma prima di entrare a discutere i vari sistemi di trazione, l'ing. Martinez molto opportunamente ha voluto richiamare in un primo capitolo tutte quelle nozioni generali di elettrotecnica, che erano necessarie per la trattazione dei capitoli ulteriori.

Così nel primo capitolo ha parlato delle dinamo in serie e derivazione e delle loro caratteristiche, dei motori e del loro funzionamento, dei loro rendimenti e di quello della trasmissione.

Nel secondo capitolo l'A. più da vicino passa dalle considerazioni generali sui motori e loro funzionamento a quelle speciali per la loro applicazione alla trazione; nel terzo tratta delle vetture elettriche; nel quarto delle reti di distribuzione; nel quinto delle condutture aeree e sotterranee; nel sesto delle stazioni centrali; nel settimo parla dell'economia nella trazione elettrica. Noi vogliamo specialmente segnalare questo capitolo per l'accuratezza con cui è redatto e per la giusta misura degli apprezzamenti che vi si trovano. Infine nel capitolo ottavo è studiata la trazione con accumulatori ed è fatto un severo confronto fra questa e quella con trasmissione diretta della corrente elettrica.

Alcune appendici riferentisi alla istruzione del personale addetto alle vetture, alle norme regolamentari imposte dal Ministro delle poste e dei telegrafi, ecc., ecc., completano il lavoro dell'ingegnere Martinez; lavoro che è riuscito di grande pregio.

A. Banti.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Sul quesito del numero di periodi più favorevoli per un impianto a correnti alternate *per* Emilio Kolben (*).

L'autore studia i diversi elementi, che rendono assai complessa la soluzione del quesito proposto, e si occupa in modo completo dei 3 argomenti seguenti:

1. Dipendenza delle perdite per isteresi e per correnti parassite dal numero dei periodi, e conseguentemente influenza di questo numero sull'effetto utile, il riscaldamento e il prezzo dei generatori, trasformatori e motori.

2. Aumento della resistenza, della selfinduzione e della capacità della linea coll'aumentare del numero dei periodi.

3. Influenza del numero dei periodi sull'accoppiamento in parallelo dei generatori e sul rendimento dei motori.

L'autore raccoglie in tavole grafiche i risultati dei più valenti sperimentatori che si sono occupati di tali questioni, e specialmente di Ewing, Rayleigh e Kennelly.

F. L.

(*) *Elektrotechnischen Zeitschrift*, n. 6, 1894.

★

Sulla differenza di potenziale tra le soluzioni acquose ed alcooliche di un medesimo sale *per* A. Campetti. (*)

In questi due lavori l'A. si propone di determinare le forze elettromotrici che si presentano alla superficie di separazione fra soluzioni acquose ed alcooliche di uno stesso sale e di verificare se i risultati dell'esperienza siano in accordo con quelli teorici dedotti dalla teoria delle soluzioni e specialmente se si possa, con convenzioni opportune, applicare la formula di Planck.

$$(1) \quad \ldots \quad P_2 - P_1 = 0{,}02557 \ \text{log. nat.}\ \chi \ \text{Volt}$$

essendo $P_2 - P_1$ la differenza di potenziale e χ calcolato dall'equazione trascendentale

$$\frac{\chi c_2 u_2 - c_1 u_1}{c_2 v_2 - \chi c_3 v_1} = \frac{\log \frac{c_2}{c_1} - \log \chi}{\log \frac{c_2}{c_1} + \log \chi} \cdot \frac{\chi c_2 - c_1}{c_2 - \chi c_1}$$

ove c_1 e c_2 sono le concentrazioni u_1 v_1 : u_2 , v_2 le velocità relative degli ioni nelle due soluzioni.

La determinazione delle differenze di potenziale, che costituisce la prima parte del lavoro, si fa col metodo dell'*elettrodo a goccie*, già applicato con buoni risultati dal Paschen e che è fondato sul principio stabilito teoricamente dall'Helmholtz secondo il quale se una massa di mercurio gocciola rapidamente in un elettrolito essendo del resto isolato, non deve possedere, rispetto ad esso elettrolito alcuna differenza di potenziale. Le soluzioni studiate sono dei cloruri di ammonio, litio, calcio, zinco, cadmio e degli ioduri di zinco e cadmio, sali solubili tutti tanto nell'acqua quanto nell'alcool.

Nella seconda parte l'A. si occupa anzitutto della determinazione del numero di trasporto del cloruro di litio nell'alcool; limitandosi per ora a questo sale per ragioni che qui sarebbe lungo il riferire. Le determinazioni si fanno con due apparecchi un po' differenti e senza membrane: di questi apparecchi il primo, tutto di vetro, ricorda molto da vicino quello usato dal Bein; l'altro è formato di tre parti riunite mediante tubi di *caoutchou*. Dalle esperienze eseguite l'A. conclude che il numero di trasporto relativo all'onione per la soluzione di cloruro di litio nell'alcool dev'essere molto prossimo a 0,70. Con questi dati e con gli altri noti relativi ai numeri di trasporto in soluzioni acquose ed alle conducibilità molecolari dei sali adoperati (Kohlrausch, Lenz, Vicentini ecc) l'A. calcola le velocità relative degli ioni per alcune delle soluzioni adoperate ed applica i valori ottenuti alla verificazione della formula (1).

L'A conclude, che, anche colle restrizioni opportune, la formula (1) non è applicabile in questo caso, come sembrerebbe ritenere il Neghbaur (*Wied Ann. 1891*-V. 44) ma deve piuttosto ritenersi che in questo caso di due solventi differenti intervengano nuove forze oltre quelle di cui già è tenuto conto nella (1) (Vedi *Nernst Wied Ann. 1892, 45 e Zeit. für Phys. Chemie 1890*). Relativamente al numero di trasporto degli ioni e alla loro velocità relativa in diversi solventi l'A. si propone di dare ulteriori notizie in un prossimo lavoro.

A. B.

(*) *Atti dell'Accademia di Torino*, 1893 e 1894 Vol. XXIX.

CRONACA E VARIETÀ.

Tramvia elettrica a Zurigo. — Da pochi giorni è stato aperto al pubblico l'esercizio di una tramvia elettrica che percorre i principali quartieri di Zurigo. Il percorso attuale è di 5 chilometri, con pendenze talvolta del 62 °|₀₀. Lo scartamento è di 1 m. ed il profilo delle rotaie è del tipo Phönix.

Le vetture sono per ora 9: ciascuna pesa 3,8 tonnellate, ha una velocità media di 10,6 chilometri all' ora, contiene 24 persone, possiede un motore elettrico di 18 cavalli, al quale s'immette la corrente elettrica per mezzo del solito sistema ad asta con rotella (trolley).

L'officina è fornita di due motrici compound di Oerlikon di 90 cavalli effettivi ognuna a 270 giri al minuto, di due dinamo in derivazione di Oerlikon stesso da 66 chilowatt (550 volt) e 450 giri azionate dalle motrici mediante cinghie.

Insieme alle motrici e dinamo lavora una batteria di 300 elementi di accumulatori Tudor della capacità di 245 ampere-ora e massima corrente di scarica di 87 ampere; e ciò rappresenta una specialità di questo impianto.

Concorso per vetture automobili. — Il *Petit Journal* di Parigi organizza per il 1° giugno prossimo un concorso internazionale di vetture automobili a vapore, ad elettricità, a gaz, a petrolio, ecc. Le vetture dovranno essere a quattro posti almeno, e in una prova preliminare dovranno percorrere 50 km. in tre ore; nella prova finale la distanza da percorrere sarà di 126 chilometri: il premio sarà accordato a quella vettura senza cavalli che offrirà le migliori condizioni di sicurezza, comodità e buon mercato. Vi sarà un primo

premio di L. 5000, ma saranno distribuiti altri quattro premi di 2000, 1500, 1000, e 500 lire. Le iscrizioni dei concorrenti si ricevono all'amministrazione del *Petit Journal* fino al 30 aprile; esse dovranno essere accompagnate da una descrizione sommaria della vettura e d'una tassa d'entrata di L. 10.

Speriamo che siano molte le vetture elettriche che prenderanno parte al concorso, e che fra esse un buon posto sia riserbato all'Italia, dove il problema ha avuto già una soluzione soddisfacente con le vetture dell'on. Carli.

Nuovo uso del fonografo. — In un recente processo intentato contro una società d'illuminazione di Londra da uno che abitava una casa vicina all'officina per il rumore che producevano le macchine in moto, il prof. Silvanus P. Thompson, uno dei testimoni a carico, portò all'udienza un fonografo e da esso fece ripetere i rumori che si sentono nella casa del querelante quando le macchine fuzionano.

È questa una applicazione del fonografo che spesso potrà tornare utilissima; se non altro avremo in esso un testimone che non si lascierà molto suggestionare nè confondere dalle domande degli avvocati!

Saldatura elettrica delle rotaie. — Pare che in Boston, per circa il 10 °|₀ le rotaie saldate elettricamente si siano rotte in servizio. L'esperienza ha dimostrato che una rotaia continua protetta dal pavimento non subisce danni per effetto dell'espansione; ma non è ancora stato stabilito se le rotaie si rompono per la contrazione o per indebolimento causato dalla saldatura.

Le tariffe telefoniche nei diversi Stati d'Europa.. — Togliamo dall' *Electrician* di Londra i seguenti particolari sulle tariffe telefoniche vigenti nei diversi Stati d'Europa.

In Austria-Ungheria i telefoni appartengono allo Stato, tranne che in Vienna, e si pagano L. 75 per tassa d'impianto entro un raggio di 500 metri con L. 25 d'aumento per ogni 100 metri addizionali; quindi vi è una spesa annuale di circa L. 75 per l'uso degli apparecchi.

In Belgio i telefoni appartengono in parte allo Stato ed in parte a compagnie private. Non vi sono tariffe uniformi perchè variano a seconda della distanza e a seconda del contratto. Per i telefoni dello Stato si pagano L. 150 entro il raggio di un chilometro; le tariffe delle compagnie private variano da L. 125 a 150.

In Danimarca la compagnia telefonica di Copenhagen, la quale comunica colla Svezia per mezzo di un cavo telefonico dello Stato, fa pagare annualmente circa L. 208. Gli abbonamenti nelle città di provincia variano considerevolmente da circa L. 40 a L. 105.

In Francia i telefoni appartengono allo Stato, l'abbonamento annuo per città aventi oltre a 25 mila abitanti è di L. 200 e per città più piccole L. 150.

In Germania i telefoni sono quasi esclusivamente dello Stato, e le tariffe sono molto elevate.

In Inghilterra la compagnia nazionale fa pagare da L. 500 nella città di Londra a L. 250 o 200 nelle altre città.

In Italia i telefoni sono esercitate da compagnie private e per le città di piccola o media importanza l'abbonamento annuo varia da L. 125 a L. 150

Nel Lussemburgo le tariffe variano da L. 75 a L. 100.

In Norvegia le tariffe variano secondo l'importanza delle città, ma sono in generale basse, esse variano da L. 55 a L. 110.

Presentemente lo Stato si sta occupando di fare un esteso impianto di telefoni.

In Olanda la compagnia Bell ha quasi l'intiero monopolio dei telefoni e le tariffe variano secondo le città. In Amsterdam e Rotterdam per es. l'abbonamento costa circa L. 250, all'Aia è di circa L. 213, in Haarlem, Hutrecht, Harnheim, Groningen e Zaandam, che sono città di circa 30000 abitanti, si pagano solo L. 125. Nelle piccole città gli abbonamenti annui sono ridotti a L. 100 o L. 87 e queste piccole tariffe sono soggette ad ulteriori riduzioni quando il contratto è fatto per parecchi anni.

Nella Spagna i telefoni in generale appartengono a compagnie private; le tariffe annue variano considerevolmente, cioè da L. 75 a L. 275.

La Svezia vanta un sistema telefonico molto bene organizzato ed esteso, il quale comprende un servizio di stato ognora crescente e numerose compagnie private.

Le tariffe sono in complesso molto moderate; come regola un abbonamento di L. 112 vale per un'area di circa un chilometro e mezzo dall'ufficio centrale. Per le città minori le tariffe variano da L. 25 a L. 37. Le compagnie private fanno pagare circa L. 40.

In Svizzera le tariffe sono state gradatamente ridotte a L. 80 e ciò ha fatto sì che il numero dei telefoni è aumentato rapidamente; alla fine del 1891 vi erano già in funzione 12595 apparati.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile*.

Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All' ESTERO, per un anno L. 12 (in oro).

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

ANNO III. — 1° Maggio 1894 — NUM. 6.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In Italia, per un anno L. 10 — All'Estero, per un anno L. 12.

INSERZIONI:

L'Amministrazione di questa Rivista ha uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche nazionali ed estere.

Questa *pubblicità* è fatta mercè fogli aggiunti a colori, inseriti nel giornale.

L'*Elettricista*, che ha la sua maggiore diffusione negli uffici dello Stato, nel Ministero delle Poste e dei Telegrafi, negl' Ispettorati generali delle Ferrovie, nelle Amministrazioni del Genio Civile e Militare, nella Marina, nelle principali Case Industriali d' Europa, ecc. ecc., è in grado, meglio di ogni altro giornale, di divulgare le specialità dei propri clienti.

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	1/2 pag.	1/4 pag.	1/8 pag.
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

Il migliore mezzo per abbuonarsi: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, via Panisperna, 193.

Scrivere: Amministrazione *Elettricista*, via Panisperna, 193, per avere pronti schiarimenti sulle inserzioni a pagamento.

LA SETA COME DIELETTRICO

NELLA COSTRUZIONE DEI CONDENSATORI

I.

1. Un buon condensatore per uso di misure da laboratorio deve possedere una capacità costante, la quale è verificata dalla proporzionalità della carica al potenziale; una grande resistenza di isolamento a cui è subordinata la conservazione della carica lungo il tempo, ed inoltre la maggior rapidità della polarizzazione del dielettrico, perchè la massima parte della carica sia ricevuta e possa essere restituita nel tempo più breve possibile. Queste proprietà non si possono realizzare in grado conveniente che per alcuni dielettrici, ed anche per questi non senza cure laboriose che rendono particolarmente difficile la fabbricazione di apparecchi normali.

Una serie di esperimenti eseguiti nel laboratorio di Zurigo sopra condensatori a seta ha dimostrato che questa sostanza può essere con vantaggio adoperata come dielettrico nella costruzione di apparecchi eccellenti. Il risultato non è privo d'importanza per la facilità relativamente grande con cui esso può essere conseguito in confronto alla preparazione dei migliori dielettrici adoperati sin qui, potendosi avere in commercio stoffe di seta pura ed a tipo costante in qualsiasi dimensione e per un prezzo non elevato.

2. La costante dielettrica della seta fu determinata mediante un primo condensatore costituito da 20 armature di stagnola di superficie 28×28 cm.^{2}, e da pezzi isolanti di stoffa di seta, leggermente giallognola, così detta seta cruda del commercio. Questa era stata direttamente somministrata dalla fabbrica e non altrimenti essiccata che mediante una leggera soppressatura con ferro caldo per toglierne le increspature. Essendosi sovrapposti accuratamente i fogli di armatura ne era nota la superficie totale utilizzata. La distanza fu dedotta dallo spessore di un sistema analogo di fogli di stagnola e di seta alternati, misurato sotto pressione corrispondente mediante una vite micrometrica. La capacità fu misurata col confronto d'un condensatore normale mediante la scarica attraverso al galvanometro balistico dopo una durata conveniente di carica con una forza elettromotrice identica.

Essendo queste tre grandezze rispettivamente

$$S = 28 \times 28 \times 19 \text{ cm.}^2; \qquad d = 0{,}0131 \text{ cm.}; \qquad C = 0{,}133 \text{ m}F;$$

la costante del dielettrico, com'esso era qui costituito da una mescolanza di sostanza solida della seta e gasosa dell'aria e delle tracce di vapore acqueo eventualmente presenti, risultava 1,32. La costante della sostanza solida della seta si poteva naturalmente dedurre con una semplice ragione di proporzionalità, attribuendo alla parte gasosa una costante eguale all'unità, e conoscendo il rapporto dei volumi rispettivamente occupati. A quest'uopo fu determinato della sostanza solida il volume specifico mediante un apposito volumenometro, nel quale in capacità nota si misurò la variazione di volume d'una data massa gasosa in presenza della massa filiforme della seta sotto pressione differente applicando la legge di Mariotte. La porzione di volume occupata dalla seta nel condensatore essendo con molta approssimazione la metà del totale, era la costante di essa 1,64.

Questo naturalmente non può ritenersi che come un valore approssimato del potere induttore specifico di questo dielettrico, il quale ha una costituzione molecolare complicata e può presentare verosimilmente come tutti gli altri dielettrici una costante molto diversa nelle diverse condizioni. D'altronde in pratica la seta non può immaginarsi adoperata se non in presenza di un altro mezzo, del quale la diversa proporzione cambia di necessità la costante della massa utilizzata come isolante. Dal valore precedente si può però avere un'idea dell'ordine di grandezza della costante quando il secondo mezzo, come qui considerammo, è un gas, del quale la proporzione può comunque variarsi variando la pressione.

Se una quantità d'acqua si trova in presenza del dielettrico allo stato liquido essa concorre naturalmente ad aumentare la capacità in proporzione del suo volume e del suo potere induttore specifico; e perchè questo è elevatissimo, cioè dell'ordine di 80, tracce minime di acqua condensata elevano notevolmente la costante della massa totale. Siccome tracce di questa natura si trovavano certamente nella seta qui adoperata, può ritenersi che in condizioni altrimenti vantaggiose di essiccamento la costante sia di un ordine leggermente minore. Quest'ordine si approssima dunque solamente ad 1/3 di quello della mica che è il migliore dielettrico finora conosciuto: ma la costante meno elevata è piccolo inconveniente per una sostanza che ha prezzo di gran lunga minore, e che può adoperarsi con uno spessore paragonabile.

3. La presenza di acqua condensata modifica in modo molto sensibile tutte le proprietà del dielettrico. Siccome il liquido non è suscettibile di polarizzarsi che con una certa lentezza, la parte di carica elettrostatica, che alla sua polarizzazione è destinata, si comunica lentamente alle armature, e da queste è lentamente restituita se esse vengono dopo una carica prolungata messe in corto circuito. La variazione massima di carica, se per essa si intende la differenza percentuale tra la massima e la minima carica conseguibile con una data forza elettromotrice lasciando questa agire per un tempo convenientemente lungo e pel più breve tempo che si possa realizzare, è dunque in modo eminente funzione della massa liquida presente; e sebbene verosimilmente essa non sia nulla per alcuna sostanza, perchè nessuna di quelle studiate sin qui si polarizza istantaneamente, è però per la massima parte occasionata dall'acqua in molti dei dielettrici più comuni. Le sostanze organiche, benchè di composizione più complicata, non presentano per sè stesse ritardi di polarizzazione maggiori di quelli delle inorganiche, se non accidentalmente, in causa di liquidi o corpi estranei che esse possono contenere.

Pel condensatore costrutto colla seta allo stato naturale era dunque prevedibile che la variazione di carica avrebbe valori notevoli, e che essa si modificherebbe col tempo per l'azione dell'umidità dell'ambiente nel quale il sistema era conservato senza alcuna difesa contro l'accesso dell'aria, compresso semplicemente tra due fogli di ebanite. Infatti misure eseguite pello spazio di un mese, durante il quale le condizioni meccaniche non s'erano menomamente alterate, mostrarono una variazione tra la carica momentanea e la massima che andò lentamente aumentando da 3.3 ad 8.3 °/₀, mentre la capacità era cambiata da 0.132 a 0,137 *m F.* Improvvisamente poi, cioè a distanza di pochi giorni dall'ultima misura, durante i quali o l'aria ambiente fu eccezionalmente umida od una fuga di vapore si verificò dalla condotta vicinissima del riscaldamento, si constatò una variazione di carica di 38.2 °/₀, ed una capacità di 0.158 *m F.*

In queste condizioni era impossibile continuare le misure, onde il condensatore fu smontato ed essiccato. Prima, non avendo voluto sottoporre la seta a riscaldamento per conservarne possibilmente inalterate le proprietà fisiche, l'essiccamento fu tentato esponendo i singoli fogli di stagnola all'aria secca ed al sole, e lasciando i pezzi di seta lungamente sotto la campana della macchina pneumatica a pressione di pochi millimetri di mercurio ed in presenza di acido fosforico anidro. Con ciò la variazione di carica s'era abbassata di nuovo a 6 °/₀, e la capacità ad un valore dell'ordine di grandezza primitivo. Risultati di gran lunga migliori si ebbero però con essiccamento ad elevata temperatura, come si vedrà in seguito.

4. La costanza della capacità non è solamente subordinata alla indipendenza della resistenza del dielettrico dalla forza elettrostatica a cui esso è soggetto, ma anche alla proporzionalità dei fenomeni di polarizzazione alla forza stessa ed al potenziale che si adopera. Per questo condensatore a seta questa proporzionalità fu verificata tra piccoli limiti di tensione con tutta l'approssimazione che le misure potevano dare, e per durate di carica comprese tra un millesimo di 1″ e 10″, onde si potè ritenere la forma della curva di carica in funzione del tempo indipendente dalla tensione. Per verificarne però l'indipendenza della resistenza d'isolamento, e per avere un'idea dell'ordine di grandezza di questa, occorrevano misure dirette di essa.

La misura di resistenze lentamente polarizzabili presenta sempre una grave difficoltà. Durante la fase variabile di polarizzazione, la quale per molte sostanze ha una durata lunghissima, col fenomeno più semplice della conduzione elettrica per cui la legge di Ohm non fu ancora verificata in generale, succede contemporaneamente il fenomeno che si suol dire d'assorbimento di masse elettriche per parte della sostanza che si polarizza, ed esso ha una legge molto complicata e non ancora definita. L'energia che per questo si spende, e che molto verosimilmente è impiegata nella modificazione dell'energia potenziale dei gruppi molecolari mediante una variazione d'orientamento, difficilmente può separarsi dall'energia che per l'effetto di Joule è trasformata in calore, e perciò è difficile apprezzare questa con esattezza come si vorrebbe fare esclusivamente in misure di resistenza.

Se si vuol applicare il metodo ben noto della perdita di carica, che è il più usato pei condensatori, del quale l'ipotesi fondamentale è appunto che la diminuzione della differenza di potenziale delle armature durante le fasi di isolamento sia esclusivamente dovuta alla conduttività del mezzo isolante, non si possono correggere le perdite di massa elettrica che si rilevano colle successive scariche attraverso al galvanometro balistico se non ammettendo che le masse che furono dal dielettrico assorbite possano venire integralmente restituite da esso sotto forma di scariche residue. L'ipotesi non è vera, perchè la polarizzazione consuma sempre in calore una quantità di energia;

perchè noi non siamo in grado di apprezzare con esattezza l'energia che è restituita; e principalmente perchè in conseguenza del fenomeno la carica totale del condensatore non ha più in ogni istante una relazione semplice col potenziale delle armature. La correzione non può dunque essere che approssimata, e non può aver valore se non quando i fenomeni di polarizzazione che qui compaiono come secondari hanno una importanza piccola rispetto al fenomeno principale. Una serie di osservazioni simili fu eseguita sul condensatore a seta, rilevando la curva della carica apparente, proporzionale alla prima elongazione di scarica attraverso il galvanometro balistico, e diminuente al crescere della durata d'isolamento; poi sommando ad ogni carica apparente come correzione la differenza della carica residua totale ricavata dal sistema, una volta dopo la fase d'isolamento considerata, ed una volta dopo la scarica seguente immediata ad una carica eguale. Le osservazioni sono riferite nella tabella qui riportata, dove con d sono indicate le cariche totali così corrette. Esse mostrano che il decremento logaritmico della carica si conserva sensibilmente costante: il valore medio di questo per una capacità quale fu misurata in queste condizioni di 0.136 *m F.* corrisponde ad una resistenza di 23300 megohm.

t	60″		90″		120″		150″		180″
δ	169.7		168.1		166.5		164.9		163.4
log δ	2.22968		2.22557		2.22141		2.21722		2.21325
Δ log δ		0.00411		0.00416		0.00419		0.00397	

Per principio è molto più semplice la misura diretta della resistenza, determinando la intensità di corrente prodottavi da una forza elettromotrice conosciuta. I galvanometri più sensibili permettono di apprezzare con tutta sicurezza correnti eccezionalmente deboli, onde possono misurarsi così resistenze ohmiche enormi. Naturalmente però occorre anche qui prescindere dalla fase variabile di polarizzazione, cioè prolungare tanto a lungo le osservazioni che la intensità di corrente sia ridotta al suo minimo valore permanente. L'applicazione delle correnti alternate, alle quali s'è con vantaggio ricorso per la misura delle resistenze di elettroliti, non potrebbe utilizzarsi qui non essendo possibile di separare la corrente di conduzione da quella destinata alla carica elettrostatica, e da quella che è della stessa natura destinata alla polarizzazione. Una determinazione diretta, eseguita così dopo aver prolungato per tre ore la chiusura del circuito di 8 elementi Clark col condensatore a seta, diede per misura della resistenza di isolamento 21800 megohm, la quale è dell'ordine di quella già altrimenti misurata tenendo conto che le determinazioni furono fatte in giorni diversi ed in condizioni igroscopiche forse non identiche. Ad una determinazione di questa natura si può in ogni caso dar fede maggiore che alla precedente, ma essa ha l'inconveniente di richiedere un galvanometro eccezionalmente sensibile, e la cui sensibilità possa esattamente misurarsi; ed inoltre un tempo di gran lunga maggiore.

5. La forma della curva della corrente di carica continua è molto interessante per un condensatore, perchè permette di seguire nella successione del tempo la spesa d'energia per conduzione e per polarizzazione. Essa fu rilevata un gran numero di volte pel condensatore a seta, e presenta nei diversi casi generalmente una curvatura diversa in dipendenza dallo stato igrometrico del sistema. È però importante osservare che la forma non è in alcun caso sostanzialmente alterata, e ricorda quella di una iperbole avente per asintoti l'asse delle ordinate ed una parallela all'asse delle ascisse. Entro i limiti d'approssimazione che le misure potevano dare, e per le piccole tensioni

adoperate, da 1 a 12 elementi Clark, si può ritenere che la forma della curva rilevata in condizioni identiche sia indipendente dal potenziale, cioè che le ordinate siano proporzionali alla tensione adoperata. La proporzionalità dell'ordinata estrema, cioè della distanza dell'asintoto dall'asse delle ascisse, permette di ritenere indipendente la resistenza ohmica del dielettrico dal potenziale. La proporzionalità delle ordinate nella fase variabile di polarizzazione dice che è proporzionale alla forza elettrostatica impiegata la massa elettrica che il coibente assorbe nell'atto della sua polarizzazione.

Una verifica assolutamente esatta di quest'ultima proprietà è molto difficile, perchè per ripristinare le condizioni del dielettrico occorrerebbe prolungare la scarica del sistema fino a depolarizzazione completa, ed a ciò occorre un tempo eguale a quello necessario per la completa polarizzazione, durante il quale le condizioni esterne possono leggermente variare. Se la scarica non fu perfetta, le curve di carica successive naturalmente hanno ordinate minori durante la fase variabile.

Si può però cercare di trovar la relazione dei fenomeni di polarizzazione successiva col potenziale, paragonando le somme di scariche residue che dopo cariche di eguale durata con potenziale diverso si possono ricavare dal condensatore scaricandolo attraverso al galvanometro balistico successivamente un certo numero di volte ad eguali intervalli di tempo, finchè una elongazione è apprezzabile. La tabella che segue dà i risultati di una serie di osservazioni con un numero diverso n di elementi Clark sopra il condensatore a seta dopo cariche di 5″. La prima elongazione di scarica con 1 elemento era 182,5. Le somme di scariche residue K vanno relativamente al potenziale lentamente diminuendo: ma perchè tutte le misure di capacità eseguite dopo durate comunque grandi di carica mostrarono l'indipendenza di essa dalla differenza di potenziale, non può dirsi con sicurezza se questa diminuzione corrisponda veramente ad un assorbimento totale minore di masse elettriche, o se essa dipenda solo dalla impossibilità di ricuperare ed apprezzare esattamente tutta la massa assorbita.

n	1	2	3	4	5	6	8	10	12
R	13.2	25.5	37.0	48.2	59.0	69.5	90.1	109.6	129.5
$\frac{R}{n}$	13.2	12.7	12.3	12.0	11.8	11.6	11.3	11.0	10.8

La forma della curva della corrente di carica continua mostra anche la variazione della scarica residua in funzione del tempo di carica. Se si prescinde difatti dalla corrente costante di conduzione, quella è la curva differenziale della carica totale del sistema, e, trascorso il piccolo numero di secondi di carica dopo cui le elongazioni di scarica primaria attraverso al galvanometro balistico hanno finito di crescere, essa ci dà precisamente la quantità di elettricità che in ogni successiva unità di tempo viene dal coibente assorbita. Se l'isolamento è buono e le dispersioni secondarie si possono trascurare, è naturale che sensibilmente altrettanta quantità di elettricità ci sia restituita in scariche successive.

La tabella seguente dà per tempi crescenti di carica del condensatore a seta le somme R di scariche residue e le cariche totali Q ricavate aggiungendo alle R le prime elongazioni di scarica seguita immediatamente alla carica.

t	1′	2	3′	5′	7′	10′	15′	20′	30′	14 ore
R	104.1	145.3	175.0	212.0	235.2	255.0	275.0	292.5	312.5	395.0
Q	346.1	388.8	419.0	456.5	480.0	500.0	520.0	537.5	557.5	640.5

È riportata anche nella fig. 1 la forma della curva della carica totale, la quale al par della corrente di carica continua, onde si può graficamente dedurre, è caratteristica per ogni condensatore. Per le ragioni già accennate, la forma di essa dipende eminentemente dalle condizioni igroscopiche del dielettrico, quindi pel condensatore a seta la curvatura e la differenza delle ordinate estreme si andarono modificando col tempo. Essa può essere interessante però per mostrare l'andamento dei fenomeni di lenta polarizzazione, e puo essere vantaggiosamente confrontata colla curva della deformazione elastica della seta studiata la prima volta da W. Weber in Gottinga (1).

Il confronto dei fenomeni di polarizzazione dielettrica con quelli di deformazione elastica mostra tra questi una interessante analogia, e conduce ad alcune conclusioni assolutamente generali non dissimili per i primi a quelle a cui W. Weber giunse per i secondi, e che formarono la base della prima teoria esatta dell'elasticità.

Weber dimostrò sperimentalmente che la curva di deformazione elastica di un filo di seta quando ne è di una eguale quantità aumentata e diminuita la tensione è identica. Paragonando il fenomeno di deformazione elastica susseguente con quello di susseguente polarizzazione si è condotti a credere che la lenta polarizzazione e depolarizzazione di un dielettrico si facciano coll'identica legge. Questa proprietà non potè

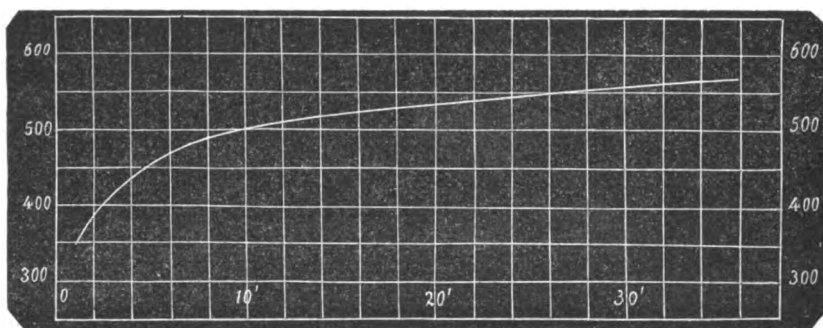



Fig. 1.

mettersi in sodo pel condensatore a seta con esattezza, perchè la capacità era troppo esigua, e la natura dell'isolamento faceva temere pericolosa l'applicazione di potenziali convenientemente elevati per poter valutare con sicurezza la corrente di carica e scarica per un tempo notevole. La curva della scarica residua rilevata mediante scariche successive non può paragonarsi direttamente a quella della carica totale, perchè il fenomeno vi è rilevato in modo saltuario ed è complicato dallo svilupparsi di nuove massa elettriche sulle armature durante le fasi di isolamento, masse che generano una nuova forza elettrostatica e rallentano la depolarizzazione. Ma per un condensatore a carta paraffinata della capacità di 1 *m F*, dove i fenomeni di polarizzazione lenta erano di un ordine ed avevano un andamento perfettamente confrontabile con quelli studiati qui, si trovarono le due curve della corrente continua di carica e di scarica identicamente sovrapponibili. La curva di scarica fu naturalmente rilevata dopo una carica tanto lunga da poter ammettere che la polarizzazione fosse completa, più di tre ore; essa si stacca dall'asse delle ordinate e si accosta lentamente a quello delle ascisse come una iperbole rispetto ai suoi asintoti. La curva di carica ha per tangente una parallela all'asse delle ascisse la quale ne dista di una quantità che misura la corrente di conduzione attraverso al dielettrico.

(1) *Gottingae Sumpt. Dieterich.* 1841. « De fili bombycini vi elastica ».

Siccome le curve dei due fenomeni hanno così un andamento assolutamente continuo come quelle di deformazioni analoghe studiate da Weber, se ne può trarre un'altra osservazione importante. Difatti appare che quella che noi determiniamo mediante un galvanometro balistico, prima elongazione di scarica, o scarica primaria, e che vogliamo prendere come misura proporzionale della capacità, non è effettivamente che la prima porzione della scarica del condensatore, la quale, se si prolungasse la chiusura del circuito, si farebbe secondo la curva accennata. Questa porzione è limitata non tanto dal tempo che noi assegniamo alla scarica, ma anche dalle condizioni speciali del circuito nel quale si producono fenomeni di induzione, e dalla natura del galvanometro che si adopera. Ma essa non può per principio avere che un valore del tutto relativo, e relativo è solo il valore che noi ne deduciamo delle capacità quando confrontiamo dielettrici diversi o diverse capacità dove il dielettrico è uguale. L'unica grandezza perfettamente determinata è la quantità totale di elettricità che nel condensatore è immagazzinata quando la polarizzazione è completa e che si deve paragonare colla deformazione totale di un corpo elastico quando l'azione della forza ha agito sopra di esso per un tempo convenientemente lungo. Come unicamente da questa deformazione totale può dedursi un valore esatto del modulo di elasticità della sostanza, così unicamente da quella quantità totale di elasticità si potrebbero dedurre valori assoluti della capacità e della costante dielettrica. In pratica quella quantità totale di elettricità non può per ora essere apprezzata con mezzi convenienti. D'altronde per dielettrici buoni i fenomeni di polarizzazione successiva non hanno una grande entità. Solamente da ciò possono giustificarsi i metodi di misura ordinari, i quali dànno in un gran numero di casi valori relativi soddisfacenti.

(Continua). Ing. Luigi Lombardi.

L'ELETTRICITÀ ALLA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE

DI MEDICINA E D'IGIENE, IN ROMA.

Marzo-Aprle 1894.

La medicina si è giovata in ogni tempo dei mezzi che tutte le altre scienze potevano fornire per l'utilità degli ammalati. Così nei primi albori della scienza elettrologica vennero utilizzate fin dal secolo scorso varie maniere di elettrizzazione con macchine elettrostatiche e con la bottiglia di Leyda. Successivamente dopo le scoperte del Galvani e del Volta, l'elettroterapia utilizzò le correnti costanti, e sia per l'impulso che allora prese lo studio dell'elettricità, sia per le grandi speranze concepite dai medici, ovunque fu studiato ed applicato questo nuovo agente.

Però solamente dopo la scoperta dei fenomeni magneto elettrici di Oersted (1820) e dei fenomeni d'induzione di Faraday (1831) si può dire cominci un nuovo periodo per l'elettroterapia; in grazia della facilità di costruzione delle nuove macchine, e dei perfezionamenti introdotti, e del loro facile e comodo maneggio, i medici furono alla portata di farne largamente uso.

Fu in allora che comparvero i lavori del Duchenne di Boulogne (1847-1857) pei quali si può dire che egli sia stato il vero fondatore della nuova Elettroterapia. Nelle sue ricerche egli adoperava la corrente faradica, donde il nome di *faradizzazione* al

suo processo, a cui aggiunse l'appellativo di *localizzata* poichè scoprì i punti sui quali localizzare la corrente per ottenere un resultato curativo, come per produrre determinate eccitazioni fisiologiche.

Tanta fu l' influenza del Duchenne che vennero dimenticate le applicazioni galvaniche propriamente dette, le quali alla loro volta avevano eclissato le elettrostatiche.

Gli studi elettro-fisiologici non furono però abbandonati, e ricorrono alla mente i nomi di Dubois Raimond, Flüger, Mariannini, Nobili, Aldini, Matteucci, i quali ne ridestarono coi loro lavori l'interesse.

Nel 1858 il Remak pubblicò una prima raccolta di ricerche sotto il titolo: *Galvanoterapia delle affezioni muscolari e nervose.* Dopo di lui una numerosa schiera di medici si consacrò agli studi del galvanismo. Brenner di Pietroburgo fonda il metodo polare di esplorazione e di cura, metodo già poco avanti stabilito da Chauveau; Benedik di Vienna nel 1861 e 62 pubblica i suoi primi lavori e nel 1868 li riunisce in un volume di Elettro-terapia.

Vennero studiate principalmente le malattie del sistema muscolare e nervoso, la reazione di degenerazione scoperta con questi metodi destò l'interesse generale, ed una moltitudine di medici, specialmente tedeschi, dette nuove contribuzioni all'incremento ed alla diffusione di questi studi. Si cimentarono tutti i vari sistemi, dalle ricerche fisiologiche sulla contrazione motrice, allo studio del nervo gran simpatico, alle reazioni delle correnti elettriche sugli organi dei sensi, alla ricerca della sensibilità cutanea, alle modificazioni infine qualitative e quantitative dell'eccitabilità nevro-muscolare.

* * *

Così si venne fin dopo il 1870, quando la scuola francese sotto il valido impulso del Charcot, e sotto l'influenza di valorosi cultori, riattivò ogni modalilà di applicazioni elettriche. Charcot dalla Salpetrière, validamente cooperato da Vigouroux, diffuse l'uso dell'elettricità statica; Erb in Germania coi suoi geniali studi ridestò una enorme falange di ricerche elettro-fisiologiche ed elettroterapiche; in Inghilterra i lavori del De Watteville ed in America le opere di Beard e Rochwell diffusero maggiormente le cognizioni acquisite. In Italia altresì, sebbene ancora si risentisse l' influenza del Duchenne, sorsero cultori appassionati, i quali contribuirono alla popolarizzazione dei nuovi studi. Ricordiamo con piacere il Namias, lo Schivardi, il Ciniselli, il Vizioli.

Ormai l'elettro-terapia era già entrata nella medicina come un potente aiuto alla scienza curativa. E con essa s'introdussero nuovi apparati di misura che sono andati sempre più a perfezionarsi e diffondersi. Dal galvanoscopio siamo passati al galvanometro (milliamperometro) in unità assolute; l'elettrolisi, così bene studiata nei suoi primordi dal nostro Ciniselli, ricevè nuovi impulsi dagli studi dell'Apostoli e del Gautier; la galvano-caustica si sostituì al coltello del chirurgo e mostrò il miracolo di ferire e sanare senza spargere una goccia di sangue.

Ma dove nei nostri tempi l'elettricità ha aperto nuovi orizzonti alle indagini è in quella parte che s'intitola: *Elettroscopia.* Con essa si porta l'occhio indagatore nelle più profonde e recondite cavità del corpo, i morbi in esse nascosti diventano accessibili alla vista: nuovo indirizzo quindi alla cura e nuovi sollievi a un numero stragrande di malati che prima dovevano fatalmente soccombere.

* * *

Nella presente Esposizione si riflette l'eclettismo attuale delle varie modalità di elettrizzazione a scopo medico e curativo.

Ci duole che per l'indole di questo giornale non ci si possa dilungare su particolarità interessanti, e che solo si debba fare una rapida rivista del ricco materiale esposto.

La ditta W. A. Hirschmann di Berlino espone un mobile completo per ogni maniera di eletrizzazione: franklinizzazione, galvanismo, faradizzazione, costruito per gabinetti elettro-terapici. In questo, come nelle altre macchine ed apparecchi esposti (macchine a tipo Spanner, galvanometri, endoscopii, elettrodi, mobili da gabinetto, ecc.) mostra grande accuratezza e precisione.

La casa Brèguet di Parigi presenta una macchina a tipo Winschaurst a dischi di ebanite e condensatori, molto ben fatta, che, a nostro avviso, è la migliore esposta in questa mostra.

Interessanti sono gli strumenti ed apparecchi per la cistoscopia, della Ditta P. Hartwig di Berlino, costruiti secondo le indicazioni del dott. Max Nitze. Vi è un cistoscopio delle dimensioni e forma degli ordinari, a cui è felicemente congiunto un irrigatore d'incontestabile utilità pratica. Usa una pila all'acido cromico semplice e di facile maneggio.

L'ing. Charles Chardin di Parigi espone molti e svariati apparecchi che raggiungono un alto grado di perfezione e di eleganza: sopratutto è veramente meritevole di encomio il suo banco, nel quale ha ingegnosamente introdotto tutte le più recenti modificazioni tecniche elettro-terapiche.

G. Campostano di Milano, di notevole presenta un'elegante cassetta per galvano caustica ed endoscopia, costruita secondo i suggerimenti dell'illustre prof. Bottini dell'Università di Pavia L'apparecchio è munito di regolatore e commutatore, ed i due accumulatori possono essere uniti in catena od in colonna. Siamo lieti di segnalare questo apparecchio col quale si possono facilmente ottenere le più delicate gradazioni tecniche per uso della dieresi galvanica.

Il dott. Ch. Edelmann di Monaco di Baviera ha esposto i suoi eccellenti galvanometri, i migliori per l'uso medico; ha presentato anche lo splendido tipo del galvanometro di Müller: il suo graduatore della corrente faradica è il migliore tentativo fin qui fatto per giungere alla misura delle correnti faradiche in medicina.

L' Istituto elettrico Emile Braunschwenig di Francoforte sul Meno ha attirato l'attenzione di tutti gli accorrenti all' Esposizione per i suoi apparecchi endoscopici, nonchè per le applicazioni di piccoli motori elettrici per massaggio vibratorio delle mucose, piccoli trapani, seghe, ecc. Notevolissimo il trasformatore di corrente costante in correnti trifasiche per massaggio dei muscoli: il trasformatore è del tipo D'Arsonval e può servire anche per motore. Questa è la novità più interessante dell'Esposizione. La medesima ditta presenta dei voltmetri tascabili dai 3 ai 20 volt assai comodi per la verifica degli accumulatori. Per l' accuratezza e l' eleganza dell' esecuzione questa ditta ha raggiunto, a nostro avviso, un grado di perfezione veramente encomiabile.

Il Gaiffe di Parigi presenta di rimarchevole un galvanometro Gaiffe-D'Arsonval per milliampere e volt.

I fratelli Gai di Roma hanno esposto un apparecchio completo a 60 pile Léclanché facilmente amovibili. L' introduzione della corrente si regola a mezzo di un reostata e di un sommatore delle pile divise di 10 in 10.

La ditta Luigi Gorla e C. di Milano ha esposto un complesso di apparecchi che fanno onore all' industria nazionale. Negli apparecchi da gabinetto e per bagni ha utilizzato gli accumulatori in sostituzione delle pile. Presenta una lampada per endoscopia, elegante e di facile maneggio. La batteria del dott. Moretti per cisto ed uretroscopia è

assai bella: ingegnoso l'introduttore della corrente nel bagno. I galvanometri che presenta sono sul tipo Müller, Edelmann.

La ditta Reininger, Gebbert e Schall di Erlagen ha offerto quanto di più completo si può oggi pretendere in elettro-terapia. Interessante l'apparecchio per l'utilizzazione della corrente di una stazione di luce elettrica, un trasformatore per correnti alternate, un altro apparecchio per l'utilizzazione delle correnti industriali per galvano faradizzazione.

Il Cerruti di Torino presenta due novità nel faradireometro e franklinometro, che se non raggiungono completamente lo scopo, dimostrano nel Cerruti una disposizione meccanica non comune, e in qualche modo possono venire utilizzati nelle ricerche elettrodiagnostiche.

La ditta Ludwig Schulmeister di Vienna ha di notevole un galvanometro tascabile con magnete galleggiante.

Non possiamo anche in una rassegna sommaria come la presente passare sotto silenzio le applicazioni dell'elettricità all'arte dentaria esposte dalla ditta Claudio Ash e Sons di Londra, che rappresentano un vero progresso in questa materia; nè di menzionare il catetere pneumo-elettrico eustachiano del dott. Tommaso Pini di Milano che permette di raggiungere il fondo dell'orecchio con facilità, e d'introdurvi l'energia elettrica sotto le sue varie forme.

Altro apparecchio assai ingegnoso, di facile e comoda applicazione, è il termoforo elettrico del dott. Salaghi (1), col quale istrumento si utilizza la elettricità sotto forma di calore. È un nuovo metodo fisico di terapia che ha il suo avvenire.

*
* *

I progressi che si sono verificati in questa Esposizione, in confronto delle antecedenti Esposizioni congeneri, sono di tale importanza da imporsi alla considerazione di ogni medico.

Ormai i fatti hanno ampiamente dimostrato come l'elettricità sotto le sue molteplici forme di statica, galvanica, faradica, sotto la forma di energia termica, di luce, ottenuta con mezzi svariati, abbia un avvenire luminoso nella medicina. Ormai possiamo affermare che il periodo dell'empirismo è cessato, e che le applicazioni di questa potente energia sono rese facili e nel comune dominio.

Abbiamo visto con piacere che l'energia elettrica fornita ai piccoli motori, agli accumulatori ed agli apparecchi speciali per la elettro-terapia era data da una dinamo-elettrica, costruita in casa nostra, nell'officina elettrotecnica degli Ingegneri Morelli, Franco e Bonamico di Torino. Questa dinamo che offre le più serie garanzie sia dal punto di vista meccanico, sia da quello elettrico, era messa in azione da un motore a gaz «Otto» della casa Langen e Volf di Milano, e serviva altresì ad alimentare delle lampade ad arco e ad incandescenza.

Il piccolo impianto, notevole per la sua estrema semplitità, serve bene a dimostrare come oggi sia risoluto anche fra noi il problema di crearsi una piccola stazione generatrice di corrente elettrica, alla quale i medici elettro-terapisti dovranno in avvenire ricorrere per le molteplici e svariate applicazioni dell'elettricità alla scienza medica. E dal canto nostro mandiamo ai tre valorosi ingegneri Morelli, Franco e Bonamico i più fervidi auguri per la lodevole iniziativa di costruire dinamo elettriche in Italia e riscattare così il nostro mercato dall'importazione straniera.

Dott. E. Masi.

(1) Vedi *L'Elettricista* Vol. II, pag. 220, 1893.

TRAMVIE ELETTRICHE DI MARSIGLIA

(Continuazione e fine, vedi pag. 113).

Effetti sui fili telefonici. — I primi effetti osservati sui fili situati lungo la strada delle tramvie elettriche furono così energici, da rendere quasi impossibile la corrispondenza, e lo Stato dovette far sospendere per qualche tempo il servizio delle vetture. I suoni resi dal telefono somigliavano a quelli di una sirena, con brusche variazioni di altezza, passando senza transizioni dalle note più basse alle più alte. Pareva di avere una serie di diapason eccitati da elettro-magneti, ciascuno dei quali dava tale o tal altra nota in modo continuo, per mezzo di una tastiera d'interruttori che permetteva di farli vibrare successivamente per alcuni secondi. Inoltre per la rottura dei fili troppo sottili della rete telefonica, essendosi verificati a due o tre riprese dei contatti con i conduttori della tramvia, restarono bruciate le bobine negli apparecchi ricevitori di vari abbonati.

In vista di tali accidenti, l'Amministrazione telegrafica prescrisse di isolare i conduttori della impresa; fece pure isolare i propri, spostare talune sezioni di filo telefonico, rialzare i sostegni, e dovunque fossevi a temere l'induzione, fece raddoppiare le linee degli abbonati, che erano ad un sol filo.

A Marsiglia, come si è detto in principio, salvo taluni tronchi, non esiste un sistema di fogne; la rete telefonica, che nella maggior parte delle grandi città è sotterranea, trovasi stabilita con fili scoverti di bronzo da $^{11}/_{10}$ mm. posati sui tetti, sulle facciate delle case, e in molti punti anche su pali piantati a lato dei marciapiedi. Nella strada di San Luigi specialmente i sostegni si alternavano con quelli delle tramvie, ed è facile comprendere quale influenza ne risentissero quei fili che correvano parallelamente alla linea per più chilometri. I provvedimenti presi e l'uso di un filo di ritorno, fecero sparire gli inconvenienti accennati; e dopo l'esecuzione dei lavori che sono terminati da poco tempo, gli effetti d'induzione sono così deboli, che si possono trascurare.

Avendo il raddoppiamento delle linee dato questi risultati, l'Amministrazione dei telegrafi ha diciso di fare da ora in poi raddoppiare con un filo di ritorno quelle linee che avranno lo stesso percorso delle tramvie, ed in tal modo sembrerebbe definitivamente tolta ogni difficoltà.

Per gli accidenti che deriverebbero da una caduta di fili telefonici sul conduttore delle tramvie, l'Amministrazione dei telegrafi ha obbligata la compagnia a proteggere la propria rete con dei fili metallici situati sŏpra i conduttori di forza, parallelamente a questi.

Tali fili protettori vengono fissati a delle puleggie isolanti e corrono da un sostegno trasversale all'altro, in modo che, in caso di rottura di uno o di due fili telefonici, questi cadono sui fili protettori senza poter toccare quello della tramvia.

È questo, nei suoi particolari l'impianto della tramvia Marsiglia-San Luigi, considerato nel suo lato buono e nei suoi inconvenienti, e tenuto conto delle menome circostanze che possono influire sull'esercizio di esso.

Considerando il lato tecnico soltanto, detto impianto si riassume nei dati seguenti

Riassunto. — La linea, lunga 6 km., ha un profilo molto accidentato, con delle rampe che vanno fino al 6 °/₀; eccettuato un sol punto, essa è *a doppio binario*; il

suo filo di andata è in bronzo silicioso di 6 mm. di diametro; essa è divisa in quattro sezioni indipendenti di 1500 m. ciascuna, con *feeders* di alimentazione.

La stazione generatrice comprende tre macchine a vapore e altrettante dinamo. Ogni gruppo può fornire da 100 a 120 cavalli, e i tre gruppi si possono accoppiare elettricamente.

La tensione normale della corrente è 550 volt.

Vi si trovano diciotto vetture capaci di quaranta a cinquanta viaggiatori; ciascuna ha due motori da 17 cavalli. La illuminazione delle vetture esige cinque lampade da 15 candele. La velocità della corsa varia tra i 10 e i 23 km. all'ora, secondo le accidentalità e l'ingombro della linea.

Due gruppi generatori assicurano la trazione di 12 a 15 vetture. Il consumo medio di forza alla stazione è di 8 cavalli per vettura; e quello di carbone per vettura-chilometro è di kg. 2,5 in media. Il consumo di energia elettrica in ettowatt-ore alla stazione varia da 7 ad 8 per vettura-chilometro, e da 0. 80 a 0. 85 per tonnellata-chilometro. Il consumo di vapore per cavallo-ora indicato, raggiunge chilogrammi 15,8.

Le spese di trazione non eccedono 22 centesimi, per un percorso giornaliero di 1200 chilometri almeno. Ciascuna delle vetture fa almeno circa 160 chilometri al giorno. L'incasso chilometrico è in media di L. 1. 05 per vettura.

Una vettura di tramvia a cavalli, percorrendo 80 chilometri soltanto, non rende che 65 centesimi.

Dal punto di vista della trazione per le tramvie, sulle varie sezioni della rete generale di Marsiglia si misero in esperimento tutti i diversi sistemi: vetture a cavalli, con rinforzo e senza, a vapore, ad aria compressa; e perfino ad accumlatori. Questa ultima idea venne quasi subito abbandonata. Ad una sola sezione, considerata come impraticabile, ed è precisamente quella della strada d'Aix, si è applicato l'attuale sistema di trazione elettrica. Se dopo aver discorso delle difficoltà e costatati i risultati, aggiungiamo che con tal sistema non si sono verificate le fermate improvvise delle vetture ad aria compressa, nè l'impaurimento dei cavalli che ha fatto proscrivere l'uso delle macchine a vapore, nè il rapido deperimento degli animali da tiro, che si prestano soltanto per breve tempo, avremmo all'incirca enumerato tutti gli argomenti che possono militare in favore del nuovo sistema di trazione.

Dal punto di vista del traffico, il fatto più eloquente ci sembrerebbe il seguente.

Quandò la linea fu aperta al servizio, 8 vetture circolavano a intervalli molto lunghi: l'officina adoperava due macchine da 100 cavalli, e spessissimo una sola, restando la terza di riserva.

Nel termine di un anno, cioè quando abbiamo raccolti i dati per questo studio, la Compagnia aveva già messe in servizio 18 vetture, che funzionavano ad intervalli di 5 minuti al massimo: le tre macchine bastavano appena.

Presentemente si ammettono d'ordinario 60 ed anche 70 viaggiatori per vettura, si è aumentato il numero delle corse, e malgrado ciò si lasciano sempre a terra delle persone alle stazioni di partenza.

Pertanto la Compagnia ha cominciato l'impianto di 3 nuove macchine, di cui due da 300 cavalli ciascuna, e una di riserva da 150 cavalli; cioè un aumento di 750 cavalli è divenuto necessario in 18 mesi di servizio. Riassumendo vediamo che è triplicata la potenza, e quasi quintuplicato il numero dei veicoli in poco tempo; e finalmente si è effettuato fino ad oggi il trasporto di 2 milioni di viaggiatori, senza il minimo inconveniente.

I risultati hanno sorpassato le speranze; ed è molto probabile che questi successi

rendano più simpatica alle popolazioni questa applicazione della elettricità, e contribuiscano al rapido sviluppo delle ferrovie elettriche, non soltanto nel cuore delle città popolose, ma ben anco fra una città e l'altra, là specialmente, dove la potenza inutilizzata dei fiumi o dei torrenti potrà sostituire con poca spesa il motore a vapore.

Paolo Marcillac.

IL PROBLEMA DELLA VISIONE A DISTANZA

PER MEZZO DELL'ELETTRICITÀ (*TELEFOTO*)

Da qualche tempo questo problema, importantissimo, agita la mente dei fisici. Esso è però di una singolare difficoltà, ed è a temere che la sua soluzione si faccia molto aspettare.

Dalle seguenti considerazioni si può vedere quali sieno le maggiori difficoltà che incontrerebbe chi si volesse mettere nella via della sua risoluzione.

Si tratterebbe di generare delle correnti elettriche le quali, a seconda dell'immagine che si vuol trasmettere e che, si noti bene, può essere variabile nei suoi dettagli, variassero di intensità in guisa da potere mediante appositi congegni riprodurre l'immagine all'apparecchio ricevente.

Un'immagine luminosa mobile nei suoi dettagli costituisce una serie di fenomeni luminosi, triplamente infinita qualora si supponga tale immagine contenuta in un piano e di tinta uniforme. Infatti, ogni punto luminoso costituisce un elemento di tale serie. Di tali punti abbiamo un numero doppiamente infinito, trattandosi di un piano; inoltre ognuno di essi può variare di intensità luminosa ad ogni istante. Dunque la serie di fenomeni luminosi da trasmettere è doppiamente infinita nello spazio, e semplicemente nel tempo; in totale è una serie triplamente infinita.

Se dopo tale semplice osservazione ritorniamo colla mente ad una trasmissione elettrica di altra natura come è quella data dal telefono, si vede bene quale abisso corra tra la semplicità di questo apparecchio e la complicatezza di un possibile *telefoto*. Infatti nel telefono noi abbiamo una lamina vibrante la quale, se la consideriamo in un istante piccolissimo di tempo, non soffre altro che un impulso unico da parte del magnete che le sta vicino. E ad una serie di impulsi simili a questo, i quali si succedono con perfetto sincronismo con quelli impressi dai suoni o dai rumori che si trasmettono alla lamina del microfono, si deve la riproduzione di tali suoni o di tali rumori. Dunque nel telefono non si tratta altro che di una trasmissione di fenomeni semplicemente variabile nel tempo. E basta a tale scopo un solo filo di linea.

Se ora, seguendo il principio su cui è basato il telefono, si volesse di nuovo alla stazione ricevente esattamente l'immagine, come la si ha alla stazione trasmittente, occorrerebbe per ogni punto dell'immagine un filo di linea. Ma ciò è, a mio avviso, irrealizzabile; onde conviene ricorrere ad un artificio, ed in questo fortunatamente un nostro difetto fisiologico ci viene in aiuto. Quando un'immagine, anche per un tempo piccolissimo, colpisce la nostra retina, noi seguitiamo a percepirla per un tempo maggiore, tempo che si valuta ad un decimo di secondo. Ben si vede come tale fatto ci aiuti

ad escogitare una disposizione atta ad ottenere il nostro intento. Si può infatti scomporre l'immagine in tante piccole parti addossate l'una sull'altra, e trasmetterne le varie intensità luminose *separatamente* e *successivamente* in un primo decimo di secondo, e di nuovo trasmetterle in un secondo decimo, e così di seguito. Con ciò non si otterrebbe che una cosa approssimata, poichè i dettagli dell' immagine al di là della grandezza delle particelle in cui è stata scomposta, sparirebbero. D'altra parte non è conveniente spingere la scomposizione dell'immagine al di là di un certo limite, perchè sarebbe poi difficile trasmettere in ogni istante una quantità minima di luce.

Ecco dunque le operazioni che l'apparecchio trasmittente deve fare sull'immagine: la deve scomporre mediante un certo congegno in tante piccolissime parti, trasmettere le intensità luminose di queste parti all'apparecchio ricevente, che deve riprodurre delle intensità luminose uguali o proporzionali alle trasmesse, e per così dire attribuire tali intensità ai punti di un diaframma o addirittura della retina dell'occhio corrispondenti ai vari punti dell'immagine trasmessa. Tutto ciò in uno spazio di tempo uguale o meglio minore di un decimo di secondo; e ricominciare di decimo in decimo di secondo la trasmissione. L'occhio, se la cosa è ben fatta, riceverebbe la sensazione vera dell'immagine senza scorgerne la discontinuità della luce in ciascun punto.

Con tale processo la nostra trasmissione è ridotta alla semplice trasmissione di fenomeno luminoso che varia da istante ad istante. Ciò si raggiunge mediante l'uso di una sostanza che traversata da una corrente elettrica varii di resistenza col variare della luce da cui vien colpita. Tale sostanza potrebbe essere o il selenio o il nerofumo od altre ancora che occorrerebbe ben studiare.

Per la scomposizione e la ricomposizione dell' immagine rispettivamente agli apparecchi trasmittente e ricevente occorrerebbero due congegni meccanici esattamente identici, i quali, movendosi di moti sincroni, permettessero nell'apparecchio ricevente ad una sorgente di luce la cui intensità varia per azione della corrente inviata dall'apparecchio trasmittente, di seguire un processo esattamente inverso a quello seguito dalla luce dell' immagine primaria.

Sicchè occorrerebbe un primo filo di linea per regolare i due moti dei congegni che scompongono e ricompongono la immagine; ed un secondo per condurre da una stazione all'altra la corrente elettrica la cui intensità vien modificata mediante la cellula a selenio od altro.

Debbo ora accennare al sistema meccanico per la scomposizione della immagine. Parecchi si sono occupati di ciò, e gli apparecchi ideati (e non sperimentati) dal Weiller (1), dal Sutton (2) e dal Brillouin (3) mi sembrano molto ingegnosi. Mi pare però che i primi due presentino un grave difetto costruttivo. Tal difetto è la grande sproporzione tra la grandezza dell'immagine, o almeno tra la grandezza a cui essa si dovrebbe ridurre con sistemi di lenti, e la grandezza totale dell'apparecchio. Per riportare delle cifre, qualora si volesse adottare la disposizione Sutton, che mi sembra la meno difficile, e scomporre l'immagine che suppongo quadrata, in duecento parti per lato, cioè in 40,000 particelle; disponendo di un disco rotante (come realmente occorre) del diametro di 30 centimetri, la dimensione massima dell'immagine non dovrebbe essere che appena di 3 millimetri. Si può teoricamente arrivare a ciò con dei sistemi di lenti, ma sarebbe in pratica difficilissimo fare la scomposizione esatta di tale superficie di 9 millimetri quadrati in 40,000 particelle, o più ancora se

(1) *Le Génie civil*, t. XV, p. 570.
(2) *La lumière électrique*, vol. XXXVIII, p. 538.
(3) *Revue générale des sciences*, t. II, p. 33.

si volesse una maggiore precisione. Difetto simile presenta la disposizione Weiller. L'apparecchio Brillouin, infine, mi sembra molto complicato.

Indico ora una disposizione da me ideata che sebbene non risolva ancora il problema della trasmissione delle immagini colla elettricità, lo facilita di molto rendendo pratica e semplice la decomposizione della immagine.

Due dischi giranti *A*, *B*, fig. 1, portano delle fessure radiali in numero di 10 per ciascuno.

I piani di *A* e *B* sono paralleli, e sono il più possibilmente vicini, in guisa da lasciare un sottilissimo strato d'aria tra le parti che vedonsi sovrapposte. L'immagine, mediante un obbiettivo fotografico di grande chiarezza, viene proiettata sopra il piano medio dei due dischi; per procurare che essa sia in fuoco all'incirca sopra tutti e due i dischi. Essa deve essere contenuta dentro il piccolo cerchio *O*. Tale cerchio è visto, dai centri dei due dischi, sotto angoli poco minori dei settori circolari formati dalle fessure radiali. Cosicchè girando i due dischi una sola fessura di ciascun disco viene a tagliare l'immagine. Le due fessure appartenenti una ad un disco ed una all'altro determinano un punto in ogni istante, variabile con la posizione dei dischi giranti. La luce dell'immagine corrispondente a questo punto passa quindi dall'altra parte. Ciascun disco ha 10 fessure radiali. Suppongo che il disco *A* faccia un giro al secondo, mentre il disco *B* ne fa 200; allora una fessura di *A* impiega circa 1/10 di secondo a traversare il campo dell'immagine, mentre nel frattempo ne passano 200 di *B*.

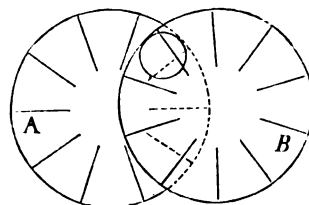
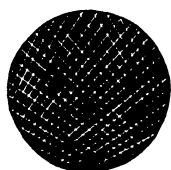



Fig. 1.

Ciò vuol dire che, mentre una fessura di *A* si sposta di $\frac{1}{200}$ dell'angolo sotto cui è vista l'immagine da *A*, una fessura di *B* traversa tutta l'immagine. Il punto di incontro di queste due fessure si è dunque spostato per tutta la porzione della fessura di *A* che è compresa nel campo dell'immagine. In un secondo istante un'altra fessura di *B* entra in azione, incominciando a descrivere una serie di punti dell'immagine allineati sopra la nuova posizione della fessura di *A*; e così di seguito, fintanto che la fessura considerata di *A* esce dal campo dell'immagine ed entravene un'altra dando luogo alla ripetizione del fenomeno. Ogni decimo di secondo, quindi, tutti i punti della immagine separatamente e successivamente mandano luce attraverso il punto di incontro di due fessure dei due dischi. L'immagine, con tal mezzo, subisce una scomposizione che, a un dipresso, è indicata dalla figura 2, dove *A* e B rappresentano i centri dei cerchi giranti.

A *B*

Fig. 2.

La piccola quantità di luce che in ogni istante traversa il punto di incontro delle fessure vien diretta sopra una *cellula* a selenio od ad altra sostanza, che genera così delle variazioni nell'intensità di una corrente elettrica da cui è traversata. Questa corrente percorre il filo di linea giungendo all'apparecchio ricevente, il quale è simile al trasmittente. La corrente mediante una disposizione, che non mi sembra difficile a studiarsi (1), genera delle variazioni nell'intensità di una sorgente di luce artificiale o solare, e questa luce vien diretta contro due dischi giranti di moto sincrono a quelli

(1) Raccomando la disposizione Sutton, per questo riguardo molto ingegnosa, precedentemente citata.

dell'apparecchio trasmittente. Il raggio uscente dal punto di incontro delle fessure in moto vien diretto sopra un diaframma bianco oppure mediante un sistema ottico, addirittura sulla retina dell'occhio; questo riceve la sensazione dell'immagine trasmessa.

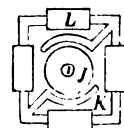
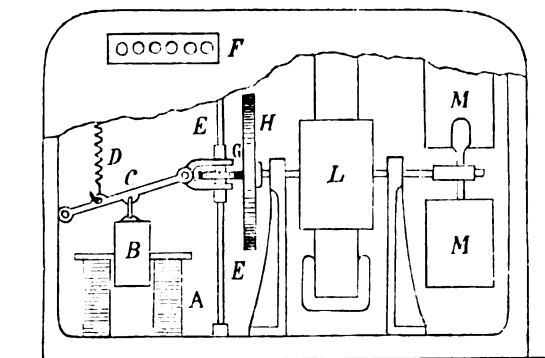
Ho detto della necessità di adoperare una sostanza sensibile alla luce, tale che la sua resistenza elettrica varii proporzionalmente alle intensità luminose da cui vien colpita. Questa sostanza potrebbe essere il selenio. Ma in una mia precedente nota (1) ho fatto vedere che il selenio subisce sotto l'azione della luce delle variazioni di resistenza molto lente, laddove occorrerebbe che esso dovesse trasmettere 40000 diverse intensità luminose 10 volte almeno in un secondo. E ciò senza che vi sia sovrapposizione tra gli effetti di due *luci* consecutive.

Come è stato posto, il problema non ammette dunque l'utilizzazione dei fenomeni del selenio. Ma farò vedere in seguito come cambiando qualcuna delle idee precedentemente esposte si possa ancora sperare di servirsi di essi.

Ing. Quirino Majorana.

(1) *L'Elettricista*, 15 marzo 1894, ed *Atti della R. Accademia dei Lincei*, Vol. III, I° sem., fasc. 3°.

CONTATORE DI ELETTRICITÀ ZIANI DE FERRANTI (1893)

L'apparecchio registratore è messo in movimento da un elettromotore asincrono a circuito indotto chiuso, alimentato da una derivazione presa sulla corrente alternante, che si tratta di misurare. Nella forma di motore rappresentata, l'induttore è costituito dai rocchetti *L* e dalle espansioni polari *K*; l'indotto è una ruota di ferro *J*, montata sull'asse *I*. A quest'asse è fissato un disco *H*, contro la cui faccia sfrega una ruota di frizione *G*, che è mobile lungo l'albero *E* e gira con esso. L'albero *E* trasmette il movimento al ruotismo contatore *F*. La ruota *G* è mossa lungo l'albero mediante una forchetta che fa parte di una leva *C*, a cui è fissato il cilindro *B*, che è attratto più o meno dal solenoide *A*, attraversato dalla corrente principale. Una molla *D* contrasta l'azione del solenoide. La velocità dell'elettromotore, regolata dalle alette moderatrici *M*, è pressochè costante; la velocità dell'albero *E* aumenta, quanto più la ruota *G* si avvicina al centro del disco *H* ossia quanto più è energica l'azione del solenoide. Il contatore farà quindi un numero di giri proporzionale all'intensità della corrente, che attraversa il solenoide.

E. V.

PAOLO JABLOCHKOFF.

Il 6 aprile scorso moriva in Pietroburgo **Paolo Jablochkoff**. Egli rimarrà celebre nella storia dell'elettrotecnica per l'invenzione della candela che porta il suo nome e che tanto ha contribuito allo sviluppo e alla diffusione della illuminazione elettrica.

Nato a Serdobsk (Saratow) il 14 settembre 1874, il Jablochkoff nel 1871 veniva nominato direttore generale del servizio telegrafico nella ferrovia Mosca-Koursk e da allora incominciano i suoi studi sulla illuminazione elettrica. Nel 1872 la propaganda dei nihilisti si faceva sempre più audace, e la macchina del treno imperiale veniva munita di un potente riflettore elettrico: i frequenti guasti nel regolatore della lampada ad arco pare suggerissero al Jablochkoff la prima idea di sopprimere questo regolatore. Nel 1876 egli si recava a Parigi a lavorare nella Casa Bréguet, e dopo otto mesi d'esperimenti inventava la famosa *candela elettrica*.

A quell'epoca in tutto il mondo si contavano all'incirca 80 lampade ad arco per uso industriale, l'illuminazione elettrica stradale non esisteva; essa incomincia nel maggio 1878 con la candela Jablochkoff, che illumina l'Avenue de l'Opéra a Parigi, e subito dopo serve ad illuminare la Piazza Colonna a Roma ed i *docks* di Londra. La candela elettrica è ormai quasi totalmente scomparsa, perchè ha dovuto cedere il posto agli attuali regolatori ad arco, che sono abbastanza semplici e sicuri, e alle lampade ad incandescenza; ma ha il grande merito di avere dimostrato la possibilità della suddivisione della luce, e quello principalissimo di avere dato impulso alla costruzione delle dinamo a corrente alternata, che fino allora era rimasta negletta.

Il Jablochkoff si è pure occupato di altre questioni elettriche, e fra i molti attestati di privativa da lui presi meritano di essere ricordati quello del 1877 sulla distribuzione delle correnti per mezzo di rocchetti d'induzione, che pare contenga l'idea fondamentale sull'uso dei trasformatori, e l'altro della stessa epoca sull'applicazione dei condensatori per regolare le correnti alternate, che soltanto ora incomincia ad essere preso in considerazione nelle industrie.

ZONA DI DIFESA DEI PARAFULMINI.

Il ch.mo prof. O. Murani nella nota pubblicata dal giornale *l'Elettricità* n. 13, 1894 mi rimprovera di non avere preso cognizione delle sue esperienze e dei suoi lavori sui parafulmini prima di pubblicare un mio articolo (1) *Confronto fra i parafulmini Melsens e Gay-Lussac*, e di aver fatto quel confronto un po' arbitrariamente.

Io non voglio qui ripetere quanto in quell'articolo ho detto, e che mantengo completamente: solo faccio notare che in esso non ho punto infirmato i risultati delle esperienze di Lodge, confermati anche da nuove esperienze dello stesso prof. Murani, ma ho richiamato l'attenzione sul fatto, che le conclusioni di Lodge (e naturalmente anche quelle del Murani) ricavate per la costruzione dei parafulmini non sono corrispondenti ai risultati delle esperienze in quanto riguardano l'altezza delle aste e la zona di protezione.

Infatti il Lodge ed il Murani esperimentalmente dimostrano che nelle scariche impulsive vengono colpiti senza distinzione di sfere o punte gli oggetti più alti ed i migliori conduttori.

Risulta evidente da questi esperimenti che se noi vogliamo per mezzo di parafulmini difendere i nostri edifici da fulminazioni, dobbiamo stabilire quelli in modo, che vengano colpiti essi e non l'edificio, ossia la loro altezza deve essere tale che gli altri oggetti rimangano ad una distanza maggiore dalla nube. Invece il Lodge ed il Murani per timore che le aste alte da 3 a 5 metri al di sopra dell'edificio siano pericolose, perchè procurano delle scariche che sarebbero altrimenti evitate, non si curano punto della loro importante sco-

(1) *L'Elettricista*, pag. 35, 1894.

perta, e consigliano che le punte sporgano solo alquanto dal tetto.

È da aggiungere ancora che le stesse esperienze sulla scarica impulsiva mostrano chiaramente la esistenza della zona di protezione; ed in vero in che modo si può negare una protezione, quando si vede che costantemente un oggetto rimane illeso, se si trova in presenza di un conduttore posto un pò più alto?

Creda il ch.mo prof. Murani, che furono precisamente le esperienze di Lodge e le sue che mi hanno convinto della necessità di aste alte; esse difendono egregiamente qualora ben inteso *si abbia la cura di diminuire il più possibile l'auto-induzione nel* conduttore aereo. Ed una mezza convinzione la dovrebbe pure avere lo stesso prof. Murani, perchè non avrebbe altrimenti cura di innalzare le sue punte su aste alte metri 1,20 e di collocare queste sempre nelle parti più salienti del tetto, contraddicendosi così nuovamente nell' attuazione pratica del suo sistema.

Tutto sommato si ha quindi, che il prof. Murani dapprima dimostra sperimentalmente la grande importanza dell'altezza di un conduttore nel difendere altri conduttori più bassi; poi abbandona l'idea delle aste, infine ne stabilisce praticamente d'un'altezza intermedia nei punti più salienti dell'edificio. G. FOLGHERAITER.

COLLEGAMENTO TELEGRAFICO

DELLE PRINCIPALI BORSE ITALIANE.

Per iniziativa del nostro Ministro delle Poste e dei Telegrafi on. Maggiorino Ferraris le principali Borse d'Italia saranno collegate telegraficamente tra di loro e con quelle di Berlino e Parigi. Il centro di questo collegamento diretto è la Borsa di Milano che già comunica con quelle di Torino, Genova, Roma e Berlino: la rete speciale sussiste nelle sole ore in cui sono aperte le Borse.

La formazione di questa rete non presenterebbe nessun interesse dal lato tecnico se fosse fatta nel modo solito con fili della rete generale; invece in alcuni casi tale collegamento viene fatto con semplici *frazioni* di fili. Ciò si è potuto ottenere per quei circuiti sui quali funziona l'apparato multiplo Baudot; taluni settori di questo si utilizzano per la corrispondenza degli uffici centrali ed altri per quella delle Borse delle medesime località.

È di tal genere l'impianto eseguito tra Milano e Roma e quello che si attiverà quanto prima tra Milano e Parigi.

Questa nuova applicazione dell'apparato Baudot per collegare permanentemente ed indipendentemente tra di loro quattro uffici diversi su di un medesimo filo, si può fare in vari modi secondo il tipo dell' apparato disponibile e secondo la distanza dell' ufficio centrale da quello della Borsa.

In Italia la disposizione adottata è quella proposta dal telegrafista Alfredo Colonna.

A Milano dove la Borsa risiede nello stesso fabbricato dell' ufficio telegrafico centrale la cosa è ben semplice. Due dei settori della quadrupla Baudot sono stati distaccati all'ufficio della Borsa prolungando semplicemeute le comunicazioni con due cordoni a 7 comunicazioni ciascuno.

A Roma invece un sol filo di linea collega l'ufficio centrale con quello della Borsa, e su di esso vengono raccolte le correnti di ricevimento di un settore e ripartite per mezzo di un distributore al traduttore della Borsa.

Nella trasmissione le correnti emesse dal manipolatore giungono nell'ufficio centrale e fanno funzionare il relais di trasmissione che invia le correnti di linea all' ufficio di Milano nel modo ordinario.

Il sincronismo tra il distributore dell' ufficio centrale e quello della Borsa è mantenuto per mezzo di una sola corrente emessa dall' ufficio centrale.

Appositi commutatori multipli servono a rimettere istantaneamente le comunicazioni normali.

A Parigi il progetto studiato dallo stesso Baudot consiste nello stabilire tra la Borsa ed il centrale, distanti circa 3 chilometri, un impianto triplo ordinario, di cui due settori solamente sono impegnati allo scambio della corrispondentra tra le due Borse; il terzo serve per le comunicazioni di servizio tra la Borsa ed il centrale. Il transito all'ufficio centrale si effettua automaticamente tra l'impianto triplo e l'impianto quadruplo destinato alla comunicazione Parigi-Milano, per mezzo di due *giuochi di ritrasmettitori*, ciascuno dei quali consiste in una serie di 5 mollette che si comportano come quelle di un manipolatore quando funziona il traduttore. Lo stesso dicasi per la ritrasmissione dal quadruplo sul triplo.

In questo impianto perciò la ritrasmissione è subordinata al funzionamento dei traduttori.

Nell'ufficio centrale di Parigi il sincronismo fra l'impianto quadruplo e quello triplo è mantenuto per mezzo di una corrente locale. Z. FERRANTI.

LA LUCE ELETTRICA E L'INCANDESCENZA A GAZ

Da qualche anno in vista dello sviluppo sempre crescente dei sistemi d'illuminazione elettrica, la industria del gaz cerca di far concorrenza alla elettricità, studiandosi di perfezionare i suoi apparecchi allo scopo di ottenere una luce più intensa ed ancor meno costosa. E, realmente, nella pleiade dei sistemi a gaz che si sono introdotti con più o meno favore nella pratica, se ne conta qualcuno d'incontestabile valore. Ad esempio il becco intensivo di « Wenham », nel quale si utilizzano i prodotti della combustione per elevare la temperatura del gaz e dell'aria che lo alimentano. Questo sistema, specialmente usato nelle lampade a sospensione, cede adesso il posto al becco « Auer » ideato dal dott. Ch. Auer nel 1886 e recentemente perfezionato. È di questo apparecchio che vogliamo parlare in relazione alla seria concorrenza che va esercitando sulla illuminazione elettrica.

Il becco Auer si raccomanda, non tanto per le sue qualità speciali, quanto per la sua economia e per la facilità della sua sostituzione ai becchi a gaz ordinari. Infatti non si tratta che di un semplice becco di Bunsen, rivestito da un cappuccio di cotone speciale a forma tronco-conica intelaiato con filo di platino e mantenuto verticale ed immobile da un filo metallico colla estremità superiore foggiata ad anello. Il cappuccio lungo circa sei centimetri è preventivamente impregnato di un miscuglio di certi ossidi metallici che lo rendono refrattario e che, sotto l'azione del calore sviluppato dalla fiamma dànno alla luce una intensità e fissità rimarchevoli.

Alcuni scienziati hanno ricercato quali sono gli ossidi metallici che godono di queste proprietà. Fra gli altri Mac Kean ha determinato le sostanze che si possono impiegare nella fabbricazione del becco Auer per dare alla fiamma diverse intensità luminose e diverse colorazioni. Ed ha trovato:

		Intensità	Colorazione
Ossido di	Torio	31.56	bianco-bleu
»	Lantanio	28.32	bianco
»	Ittrio	22.96	bianco-giallo
»	Zirconio	15.36	bianco
»	Cerio	5.02	rosso

Sempre secondo Mac-Kean, il miglior rendimento luminoso è dato da un miscuglio di 2|3 di ossido di torio ed 1|3 d'ittrio. Egli crede pure che l'impiego di due ossidi anzichè di uno solo sia più efficace per assicurare una maggior durata al manicotto refrattario.

Il becco « Auer » è il solo fra i sistemi a gaz che possa aver il vanto di confronti con la luce elettrica, e molti elettricisti si sono occupati di indagarne le proprietà economico-industriali in relazione a questa.

La lampada elettrica ad iscandescenza non utilizza che in poca misura l'energia che le si fornisce, e non è quindi il caso d'istituire un confronto economico fra essa e il becco ad incandescenza Auer, col quale può solamente competere l'arco voltaico.

Nei lunghi studi e nei molteplici perfezionamenti portati agli apparecchi ed ai sistemi di distribuzione della luce elettrica, gli elettricisti non hanno fatto quasi nulla per renderla economicamente più accessibile al consumatore per qualunque genere d'impianto, sia più o meno importante. Di rado si costruiscono regolatori ad arco d'intensità minore ai 4 o ai 3 ampere, mentre la lotta industriale col sistema Auer si potrebbe con gran vantaggio sostenere quando s'introducessero nella pratica dei buoni regolatori di 2 ampere e di 1,50, in ispecie per le piccole illuminazioni.

Il prof. Heim ha fatto non è molto delle esperienze interessanti sulla fotometria e sui rapporti economici fra il becco Auer e le lampade elettriche ad arco di minima intensità.

Due piccole lampade ad arco in serie su 160 volt consumano con 1.5 ampere 1.58 watt a candela-ora e con 2 ampère 1.30 watt. Prendiamo per prezzo medio dell'ettowatt-ora centesimi 9.5, e per durata media dei carboni 5 ore. Secondo Heim la potenza fotometrica dell'arco di 1.5 ampere è di 57.5 candele, per l'arco di 2 ampere è di 78, e per il becco Auer è di 21.7. Inoltre egli calcola la media durata del cappuccio refrattario in 400 ore, il suo prezzo 3 lire, ed il costo del becco completo 19 lire. Ritiene altresì come prezzo del metro cubo di gaz 20 centesimi. Tenuto conto di una illuminazione media di 800 ore annue per 100 candele e di un interesse ed ammortamento del capitale del 12 %, se ne deducono con facilità queste cifre:

	Lampade ad arco		Becco Auer
	1.5 amp.	2 amp.	
Consumo d'energia elettrica e gaz per 100 candele-ora (centesimi)	13.10	12.90	7.46
Spesa carboni e corpo refrattario	3.45	3.20	3.46
Interessi ed ammortamento	2 08	1.54	1.31
Centesimi. . .	18.63	17.64	12.23

Secondo queste cifre col becco Auer si ha circa 1|3 di economia sulle lampade ad arco; e se anche il prezzo del gaz venisse a raddoppiare, la incandescenza a gaz resterebbe sempre più economica della luce elettrica.

Ma questi calcoli si riferiscono per il becco Auer al primo periodo del suo funzionamento, vale a dire, quando essendo nuovo il corpo refrattario, si riscontrano esattamente i dati sulla intensità luminosa. Invece, mentre questa intensità per l'arco elettrico è costante in qualunque tempo, per il becco Auer si osserva una subitanea e rapida diminuzione seguita poi da un periodo di fissità relativa. Ma dopo 450 ore di funzionamento la sua intensità non è che 1|5 di quella iniziale.

Si noti che la diminuzione è lineare ed in funzione del tempo e che questi risultati sono ancora più favorevoli di quel che realmente si osserva nella pratica. Dimodochè dovendosi fare i calcoli sopra 2|3 soli dell'intensità luminosa media del becco Auer, le condizioni economiche dei due sistemi si equivalgono. Ma nelle esperienze di Heim si considerò pure la perdita notevole di energia nei reosrati che si dovettero inserire in circuito per ottenere un buon funzionamento dei regolatori in derivazione; per cui in luogo di 33 o di 34 volt per lampada se ne calcolarono 53, gli altri 20 volt andando perduti. Oggi giorno però che si costruiscono regolatori ad arco mediante i quali si possono far funzionare tre lampade in serie sopprimendo le resistenze addizionali, il vantaggio di 1|3 di economia resta definitivamente alla luce elettrica.

***

Uno studio molto importante e più recente su questo argomento è stato fatto da Wedding in una relazione presentata alla « Elektrotechnischer-Verein » di Berlino.

I calcoli di Wedding sulla fotometria del becco Auer si distaccano non poco da quelli di Heim.

Wedding fa la comparazione delle due luci nelle reali condizioni in cui le troviamo nella pratica, non contentandosi di misurare l'irradiamento orizzontale quando le lampade sono sfornite di globo opaco o di riflettore, poichè questi accessori modificano assai la distribuzione della luce, sopratutto nel caso in cui, come nel becco Auer, le lampade proiettano molta luce in alto.

La conclusione di questo studio di Wedding è assai originale. Egli dice che nelle macchine moderne si può con 1 m3 - ora di gaz ottenere con un motore a gaz ed una dinamo 1000 watt utili e ricavarne così 2 volte più luce elettrica che bruciando la stessa quantità di gaz in un becco Auer nelle migliori condizioni di funzionamento.

***

Certamente il consumatore, ed in particolare il piccolo consumatore, nel preferire un sistema di illuminazione ad un altro, non fa gran calcolo degli studi sulla qualità delle luci e sui loro dati fotometrici. Si arresta per lo più ai dati economici.

Quindi è su questo solo punto che alla luce elettrica resta del cammino da fare, perchè nella lotta economica col gaz risalti *a priori* il vantaggio di quella su questo.

Da noi in Italia il prezzo medio dell' energia elettrica di 9. 5 centesimi l' ettowatt, considerato da Heim, deve col tempo essere necessariamente ridotto assai, per le forze naturali di cui possiamo servirci come motrici, mentre il prezzo del gaz non ha altre ragioni di diminuzione che nel consumo.

Col becco Auer, del resto, non si evitano gli inconvenienti proprii all'uso del gaz, nè gli effetti dannosi della combustione esterna, anzi si esige un volume d'aria considerevole perchè questa combustione sia completa; per conseguenza, assorbendo rapidamente l'ossigeno, il becco Auer non è consigliabile pei locali poco spaziosi. Queste ragioni d' ordine igienico, insieme alle altre, si vanno facendo strada forse a prezzo d'esperienza. A Parigi, per esempio, dove questo sistema aveva incontrato un favore entusiastico, si torna a sostituirgli la luce elettrica ad incandescenza e ad arco; la prima incontestabilmente superiore a tutte nei piccoli ambienti per il tono caldo e costante della sua luce, che non affatica l'occhio e dà agli oggetti una tinta dolce ed uniforme; la seconda per la potenza nei locali spaziosi e nelle forti illuminazioni. E per citare un esempio abbastanza edificante, e che potrebbe essere la soluzione ufficiale delle opinioni degli scienziati sulla incandescenza a gaz, ricorderemo che il Consiglio sanitario austriaco ha vietato l' uso del becco Auer nelle scuole di Vienna, proprio in quella città che ne è stata si può dire la culla e dove questo ha il primato su tutti i sistemi d' illuminazione conosciuti.

I. L Livione.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Antico trasformatore a circuito magnetico chiuso, *per* A. M. TANNER (*).

Un nuovo contributo alla storia dei primi trasformatori o induttori a circuito magnetico chiuso, è dato dal brevetto inglese di Thomas Allen, 24 giugno 1852, n. 14190. In esso è detto: « La prima parte della mia invenzione consiste in disposizioni per produrre correnti elettriche indotte per mezzo di elettro-magneti, le quali correnti sono applicabili a vari scopi utili. Allo scopo di produrre queste correnti elettriche indotte, io compongo un elettromagnete, o una combinazione di elettromagneti, con parecchi pezzi diritti di ferro dolce in modo da formare un circolo elettro-magnetico, e preferisco formare tale magnete o combinazione con quattro pezzi, ma può essere composto di tre pezzi, o di cinque o di più pezzi simili. Io copro questi pezzi col rocchetto primario di fili isolati e quindi applico il rocchetto secondario, pure di filo isolato, attorno al rocchetto primario, ed essendo i pezzi diritti, i rocchetti possono avvolgersi al tornio con grande facilità. I pezzi, portando i rocchetti avvolti su di essi, devono quindi essere connessi insieme alle loro estremità in modo da formare, quando sono elettro-magnetizzati, un completo circolo elettro-magnetico. I fili dei rocchetti primari devono quindi essere uniti insieme in modo da formare un solo rocchetto primario continuo, le cui due estremità possono essere unite con una batteria nel modo ordinario. I fili dei rocchetti secondari attorno ai pezzi del magnete o combinazione devono pure essere riuniti, in modo da formare un solo rocchetto secondario continuo, le cui due estremità devono essere congiunte con i fili di linea di un apparato elettrico-telegrafico, o coi fili di qualunque altro apparato, al quale s'intenda applicare il rocchetto ». I. B.

(*) *The Electr. Review*, March 16, 1894.

L'energia vibratoria dell'etere, *per* CH. ED. GUILLAUME. (*)

Questo è il titolo del 41° paragrafo di una recente pubblicazione del sig. Guillaume.

L'etere, oggetto di tante speculazioni e discussioni, può paragonarsi a certi corpi celesti, dei quali si è potuto prevedere l'esistenza prima che l'astronomo avesse saputo distinguerli; il Guillaume contribuisce alla soluzione del grande problema con uno studio interessante del quale qui riassumiamo le conclusioni.

L'A. dimostra che l'energia di una radiazione può misurarsi in watt, o, altrimenti detto, egli fa vedere come, secondo le teorie attuali, una radiazione sia assimilabile a dell'energia cinetica di un corpo materiale. Ciò posto, si giunge facilmente a formarsi un'idea della densità dell'etere. Infatti, l'energia W di una radiazione ricevuta da 1 cm^2 in 1 secondo occupa, al principio di questo secondo, un prisma di 300,000 km. di lunghezza, cioè un volume V di 30×10^9 cm^3, ed è data dall'equazione

$$W = 2 \pi^2 \, V D \frac{a^2}{T^2}$$

nella quale T^2 è il quadrato medio della durata delle vibrazioni, che è noto, a è l'ampiezza della vibrazione media, e D è la densità dell'etere. Poichè il valore probabile di a si deduce dalla considerazione dei movimenti molecolari che dànno origine alla radiazione e W si misura; non rimane d'incognito che la densità dell'etere. Questa per la precedente equazione, è stata calcolata dal Guillaume approssimativamente eguale a 10^{-18}.

Vogliamo ricordare che il Brillouin trovò un risultato un poco diverso e cioè circa 10^{-15}; cosicchè prendendo la media dei due valori trovati si può ritenere che la densità dell'etere sia prossimamente eguale a 10^{-16}.

U. B.

(*) CH. ED. GUILLAUME, *Unités et étalons*, 1894.

Azione elettrolitica della corrente di ritorno delle tramvie elettriche, *per* G. W. PLYMPTON *e* F. R. LEE. (*)

Gli effetti di corrosione delle condotture in ferro per gas e acqua e dei cavi telefonici, prodotti dalla corrente di ritorno delle tramvie elettriche, sono dimostrati da riproduzioni fotografiche di diversi campioni di tubi e di cavi rilevati in varie parti della città di Brooklyn, alcuni dei quali furono corrosi e perforati dopo un mese solo dalla loro posa. Anche in altre città si sono notate analoghe corrosioni e non vi è alcun dubbio sulla loro causa. È accertato che esse sono dovute alla imperfezione dei mezzi adoperati nei sistemi a trasmissione aerea per il ritorno della corrente alla macchina generatrice. Dapprima si era supposto che le rotaie bastassero a questo scopo, ma la corrente non suole seguire esclusivamente tale via; anche gli attacchi in rame fra rotaia e rotaia si sono mo-

(*) Da un rapporto speciale al Sindaco di Brooklyn, N. Y.

strati insufficienti se non sono di straordinarie dimensioni. Il mezzo migliore per offrire alla corrente uno sfogo sufficiente è quello delle rotaie rese continue con la saldatura; ma la soluzione più completa e più sicura è quella della doppia linea aerea di cui un filo serve per l'andata e l'altro per il ritorno della corrente.

I. B.

✱

La conduttività del rame nei vari mezzi, *per* H. Rodman *e* F. L. Hellew. (*)

Le ricerche di Fernando Sanford. pubblicate nel *Phylosophical Magazine*, January 1893, tendevano a dimostrare che il dielettrico ambiente influiva sulla conduttività del rame, che cioè la resistenza di un dato filo variava secondo il gas o il liquido in cui era immerso; venivano così ad infirmare la legge fondamentale di Ohm.

Dietro suggerimento del Prof. Carhart gli A. hanno intrapreso una serie di ricerche adoperando istrumenti molto sensibili e misurando la resistenza di fili di rame immersi in vari dielettrici, come aria, alcool, ecc.; ma in nessun caso i risultati hanno indicato delle differenze dovute all'influenza del dielettrico. Essi ritengono perciò che le misurazioni del Sanford fossero affette da un errore sistematico che egli non aveva saputo eliminare.

I. B.

(*) *Physical Review*, March-April, 1894.

✱

Trasmissione polifase *per* Ch. F. Scott. (*)

Dopo avere passato in rassegna i diversi problemi che si presentano nell'adoperare le correnti alternate, illustrando con diagrammi gli effetti dell'autoinduzione, dell'induzione mutua, della capacità, ecc., nei circuiti e nei trasformatori, l'A. accenna ai vantaggi offerti dal sistema trifase che richiede minore quantità di rame ed ha minore autoinduzione del sistema bifase; questo d'altra parte possiede il grande vantaggio di una facile regolazione e richiede l'uso di due trasformatori soltanto, mentre nel sistema trifase ce ne vogliono tre. Considerando quindi i vantaggi essenziali che si hanno nel sistema bifase per la distribuzione e in quello trifase per la trasmissione, l'A. propone un nuovo sistema che e una combinazione di quei due e presenta riuniti insieme i vantaggi di entrambi. Per mezzo di trasformatori speciali le correnti prodotte da un generatore bifase sono distribuite come correnti trifasi e quindi o sono applicate direttamente o vengono di nuovo trasformate in correnti bifasi. Una serie di diagrammi illustra le molte combinazioni e le diverse applicazioni che si possono fare col nuovo sistema.

Questo articolo fu letto alla *National Electric Association* di Washington, e venne discusso poi dai Professori Forbes, Rowland ed altri, i quali dichiararono che il nuovo sistema Scott è pratico e bellissimo ed inaugura una nuova era per le trasmissioni polifasi. I. B.

(*) *The Electrical World*, 17-24 March 1894.

CRONACA E VARIETÀ.

Illuminazione elettrica a Castelfranco Veneto. — Nel mese scorso è stato inaugurato l'impianto elettrico per l'illuminazione pubblica e privata di Castelfranco Veneto (Treviso). La forza motrice è fornita da un grosso corso d'acqua detto il Musonello; una turbina ad asse verticale mette in moto due dinamo Thury a corrente continua da 58 ampere a 175 volt. Una terza dinamo ed una motrice a vapore Tosi da 40 cavalli sono di riserva; una batteria d'accumulatori, che entra in azione nelle ore di maggior consumo, completa l'impianto.

La distribuzione è aerea col sistema a tre fili: l'illuminazione è fatta tutta con lampade ad incandescenza Cruto; 100 lampade da 16 candele servono per l'illuminazione stradale; quelle per il servizio privato sono da 10, 16 e 32 candele e vengono pagate in media L. 2. 50 all'anno se restano accese fino a mezzanotte, e L. 3 annue se servono per tutta la notte.

L'impianto è stato eseguito dalla Società delle Industrie elettriche di Ginevra.

Illuminazione elettrica di Pratovecchio e Stia. — Col prossimo ottobre queste due grosse borgate della valle del Casentino saranno illuminate a luce elettrica. L'impianto sarà a correnti alternate; la forza idraulica disponibile è di 60 cavalli circa.

Grande linea telegrafica. — Il mese scorso è stata inaugurata la linea telegrafica che riunisce Buenos-Ayres (Argentina) con Valparaiso e Santiago (Chilì), mettendo così in diretta comunicazione le coste dell'Atlantico con quelle del Paci-

fico. La lunghezza totale della linea è di 1490 chilometri; dall'Atlantico alle Ande la linea è aerea per una lunghezza di 1100 chilometri. Nella traversata delle Ande nella parte piu elevata e più selvaggia, dove le abbondanti cadute di neve distruggerebbero qualsiasi linea aerea, i conduttori sono sotterranei per un percorso di 120 chilometri. Infine da Rio Blanco a Valparaiso con diramazione a Santiago la linea è di nuovo aerea. Tutti i pali sono in ferro.

Questa linea telegrafica ha una grande importanza perchè mette l'Europa in diretta comunicazione con le coste occidentali dell'America del Sud.

Trasmissione telegrafica per induzione. — Degli esperimenti molto interessanti sono stati fatti recentemente da Ch. A. Stevenson, per dimostrare la possibilità di corrispondere telegraficamente con i fari posti in mare ad una certa distanza dalla costa, senza il bisogno di fili di comunicazione, la cui posa e manutenzione riescono quasi sempre difficili e costose. In un campo presso Edimburgo furono collocate sopra pali distanti circa 750 metri due grandi bobine, del diametro di m. 182, formate con nove giri di ordinario filo telegrafico; immettendo in una di esse dei segnali Morse con la corrente fornita da una pila di 10 elementi, ed anche di soli 5 elementi, i segnali stessi erano ricevuti con molta facilità sull'altra bobina. Con questo apparecchio si potè facilmente leggere la corrispondenza telegrafica che si scambiava su una linea ferroviaria, distante circa 200 metri dal luogo dell'esperimento.

Linee telegrafiche e telefoniche. — Dalle ultime statistiche si rileva che la lunghezza delle linee telegrafiche terrestri a tutto il 1893 era di 1,661,300 chilometri, e lo sviluppo dei cavi sottomarini era di chilometri 250,000. Il numero dei telegrammi scambiati fu di 336,052,000 e l'introito raggiunse 547,265,000 lire.

Per le linee telefoniche del globo si ha uno sviluppo di 972,100 chilometri e un totale di 982,887,400 conversazioni. La Germania figura in prima linea per il numero di utenti e per quello delle conversazioni.

Telefonia a grande distanza. — Il 21 marzo scorso, mentre si teneva in New York una seduta dell'Istituto americano degli Ingegneri elettricisti, si riunivano in Chicago i membri dell'Istituto stesso residenti in quella città. Messe in diretta comunicazione le due sale di convegno per mezzo di uno dei circuiti telefonici New York-Chicago, presidente prof. Houston pronunciò in New York un discorso, che simultaneamente fu ascoltato da altri 50 membri dell'Istituto in Chicago, ad una distanza di oltre 1600 chilometri; e servendosi dello stesso mezzo furono poi discusse fra le due sedi dell'Istituto le varie memorie lette durante la seduta.

Il telefono fra Trieste e Berlino. — Sono stati fatti ultimamente degli esperimenti di trasmissione telefonica fra Trieste e Berlino, riunendo le linee: Trieste, Vienna, Praga, Reichenberg, Zittau e Berlino, della lunghezza totale di 960 chilometri. La trasmissione di suoni musicali è perfettamente riuscita; invece quella della parola riuscì poco distinta. Gli esperimenti si ripeteranno.

Un telefono indiano. — Un ufficiale inglese, di nome Harrington, ha scoperto un telefono in funzione fra due templi di Pauj distanti fra loro circa un chilometro e mezzo. Si dice che questo sistema funzioni a Pauj da oltre 2000 anni. A questo proposito si può osservare che negli studi sull'Egitto si sono trovate prove irrefutabili dell'esistenza di fili di comunicazione fra alcuni templi delle prime dinastie Egiziane, ma non si è potuto accertare se questi servissero per telegrafo, per telefono o per altro scopo.

Avvisatori per incendi. — Per la loro semplicità e la sicurezza di funzionamento vanno sempre più acquistando credito gli avvisatori d'incendio della *Single Wire Co. 11, Old Broad street, London, E. C.*, la quale in principio di quest'anno nella sola metropoli inglese ne aveva già impiantati 650.

L'apparecchio di chiamata consiste in una cassetta di ferro collocata su una piccola colonna di ghisa o attaccata al muro di una casa; spingendo un bottone si fa funzionare automaticamente un tasto elettromagnetico che invia una corrente alla prossima stazione di pompieri, dove cade l'indicatore col nome della strada da cui è partito il segnale, ed entra in funzione una soneria locale, mentre una corrente continua è inviata sulla linea e fa suonare una campana posta sulla stessa cassetta di chiamata. Questo suono serve ad assicurare che l'avviso è stato ricevuto, e a richiamare l'attenzione dei passanti e delle guardie, allo scopo principalmente di prevenire le false chiamate.

Le guardie di polizia aprendo la cassetta con apposita chiave possono conversare con la prossima stazione di pompieri e per mezzo suo con l'ufficio di polizia, servendosi di un telefono speciale costruito dalla stessa Compagnia, il quale è di grande potenza e funziona benissimo senza pile anche per la chiamata.

Il fonografo e il microfono in medicina. — In una recente conferenza tenuta a Glasgow, il dott. Macintyre ha esposto diversi nuovi istrumenti elettrici per la riproduzione micro-fonografica dei colpi di tosse, dei vari suoni di raucedine e dei battiti del cuore. Con una disposizione speciale data ai microfoni egli può non solo registrare

questi suoni in un fonografo per poi riprodurli a volontà, ma anche farli udire contemporaneamente a molte persone, il che torna specialmente utile nelle cliniche universitarie.

Esposizione internazionale di elettricità. — Dal 1° luglio al 31 ottobre 1895, si terrà a Parigi una esposizione internazionale di elettricità.

La Casa Siemens e Halske in America. — La *Metropolitan Traction Co.* di New York ha ricevuto dalla Casa Siemens e Halske la proposta di impiantare nella 23ª strada un sistema di tramvie a conduttore sotterraneo analogo a quello che funziona da qualche anno a Budapest. La Casa Siemens si obbliga a fare detto impianto a tutte sue spese, e pare che la proposta sarà accettata malgrado le opposizioni delle due potenti compagnie la General Electric e la Westinghouse, che si vedono minacciate in casa propria dalla rivale tedesca.

Saldatura elettrica delle rotaie. — Una prova su larga scala di rotaie saldate elettricamente verrà fatta quanto prima in America sopra una linea di tramvie elettriche di S. Luigi, dove ogni pezzo di rotaia continua avrà la lunghezza di 5600 metri. L'esperimento riuscirà molto interessante specialmente dal punto di vista elettrico, perchè la rotaia continua servirà ad eliminare i gravi inconvenienti che si lamentano ora nei sistemi che si servono di quel mezzo pel ritorno della corrente.

La luce elettrica in Chicago. — Da un rapporto ufficiale si rileva che presentemente esistono in Chicago 22 stazioni centrali per distribuzionè di luce elettrica e 500 impianti privati, con un totale di 1500 lampade ad arco e 300,000 lampade ad incandescenza.

Nuovo motore a petrolio. — Nella seduta del 2 marzo scorso alla Società Francese di fisica il prof. D'Arsonval ha fatto funzionare un motore a petrolio Daimler, che è caratterizzato da una grande velocità di rotazione e da una sorprendente leggerezza. La sua costruzione è semplicissima e non comporta che il numero di pezzi rigorosamente necessari per il percorso del ciclo in quattro tempi; tutte le parti mobili sono chiuse entro una scatola e all'esterno non si vede che la puleggia motrice. Il D'Arsonval dice che il motore a petrolio, il quale pesa da 50 a 60 chilogrammi per cavallo e consuma per cavallo-ora 500 grammi di petrolio, che si trova dappertutto, è il vero motore applicabile alla trazione delle vetture stradali, e che sotto questo rapporto esso lascia molto addietro il motore elettrico ad accumulatori.

Elettricità e metallurgia. — I. Garnier ha dimostrato sperimentalmente che osservando le deviazioni di un voltmetro e di un amperometro, inclusi in un circuito, in cui sia altresì intercalato uno speciale apparecchio per la fusione o riduzione dei metalli, si possono seguire con esattezza le diverse fasi di un processo metallurgico.

Sembra che queste esperienze abbiano avuto dei risultati scientificamente e praticamente importanti.

Le industrie elettriche nel Belgio. — Il successo ottenuto negli impianti della fabbrica di armi di Herstal a Liegi, dove tutte le macchine sono mosse elettricamente, ha dato un grande impulso alle applicazioni industriali del trasporto elettrico dell'energia. La società della Vieille Montagne vuole ora impiantare una grande stazione centrale elettrica allo scopo di abolire i numerosi impianti a vapore che tiene disseminati nelle sue officine.

Istrumenti elettromagnetici nichelati. — Secondo il dott. A. Ebeling dell'Istituto fisico di Berlino, le parti nichelate che spesso si trovano negli istrumenti elettromagnetici sono causa di forti errori, per l'effetto magnetico che esercita il nichel anche in piccolissima quantità; egli ne vuole perciò proscritto l'uso specialmente negli istrumenti di precisione.

L'ora dell'Europa Centrale è stata adottata ufficialmente anche in Danimarca dal 1° gennaio scorso, e col 1° giugno prossimo verrà adottata pure dalla Svizzera.

Il sistema metrico è obbligatorio nei seguenti paesi: Austria-Ungheria, Belgio, Brasile, Confederazione Argentina, Francia, Germania, Grecia, Italia, Messico, Olanda, Perù, Portogallo, Romania, Serbia, Spagna, Svezia e Norvegia, Svizzera, Venezuela; è facoltativo negli Stati Uniti d'America, in Inghilterra, al Giappone e in Turchia; in Russia è tollerato per le operazioni doganali.

Accumulatori senza piombo. — È una notizia che ci viene dall'Austria e che solleverà molto rumore nel campo elettrico. Sigmund Randnitz avrebbe inventato un accumulatore in cui non entrano nè piombo nè ossidi di piombo, ma una sostanza di segreta composizione che ha una grande capacità elettrica unita a grande leggierezza. Un elemento d'accumulatore, formato con tre piastre della superficie di cm. $6 \times 16{,}5$, peserebbe kg. 1,09 e avrebbe la capacità di 32,8 ampere-ora. Cioè mentre nei tipi migliori d'accumulatori che si trovano in commercio per chilogrammo di piastra si ha una capacità di 10 a 12 ampere-ora, nell'accumulatore Randnitz si avrebbe la capacità di 30,1 ampere-ora.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

L'Elettricista, Fascicolo 6°, 1° Maggio 1894. Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell'Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro).

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell'*Elettricista*, Via Panisperna, 193.

ANNO III. — 1° Giugno 1894 — NUM. 7.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

PRINCIPI FONDAMENTALI

DELLA TEORIA DEI CIRCUITI MAGNETICI

E LORO APPLICAZIONE

1. — Per poter discutere matematicamente alcune questioni che hanno una grande importanza pratica, e di cui si cercava da lungo tempo invano una soluzione, venne ad alcuni l'idea di assimilare la propagazione del magnetismo a quella della elettricità; si formò così il concetto dei circuiti magnetici, e a questi si applicarono senz'altro le formole stesse che già erano state dimostrate per i circuiti elettrici.

Il tentativo ha fatto buona prova in pratica. La nuova base offerta dalla teoria dei circuiti magnetici alla trattazione matematica dei problemi relativi alle applicazioni pratiche dell' elettromagnetismo si è mostrata di valore pratico grandissimo; e i calcoli occorrenti nella costruzione delle macchine dinamo, degli elettromagneti, dei trasformatori hanno trovato in seguito all'applicazione dei nuovi concetti una guida, coll'aiuto della quale la tecnica ha realizzato progressi fin ora insperati.

Si capisce quindi come l'universalità degli elettrotecnici e degli industriali non abbia tardato ad accettare completamente la teoria dei circuiti magnetici con tutte le sue conseguenze, senza troppo preoccuparsi della solidità scientifica dei suoi fondamenti; d'altra parte intanto gli scienziati non hanno creduto occuparsi gran fatto delle nuove idee, non trovando in esse molto interesse scientifico. Eppure, ora che le conseguenze ne vengono spinte sempre più oltre, sarebbe giusto il domandarsi qual sia il grado di fiducia che vi si deve riporre.

Ora è necessario constatare che la grandissima parte di coloro per cui la questione potrebbe avere interesse, non hanno su ciò idee ben definite; e non può essere diversamente, dopo che la letteratura elettrotecnica è tanto poco estesa su tale argomento; è vero infatti che i trattati d'indole più scientifica non si occupano generalmente della teoria dei circuiti magnetici, e quelli d'indole più pratica si contentano di esporla, dimostrando solo in qualche caso particolare l'analogia che vi è fra il circuito magnetico e quello elettrico (1), per estendere poi, in tutti i casi, all' uno, le formole valevoli per l'altro. L'*Ewing*, nella sua opera *Magnetic induction in iron*, ecc., è il solo che si

(1) V. il trattato del GÉRARD, che è forse il testo più diffuso di elettrotecnica.

trattenga un poco su tale argomento, ma, pur esponendo la teoria con rigore, si limita alla trattazione del caso più semplice possibile, quello di un circuito magnetico perfetto di sezione infinitesima.

Sui circuiti magnetici sono state fatte negli ultimi tempi molte ricerche, ma tutte d'indole sperimentale, e aventi piuttosto lo scopo di ricavare certi coefficienti, certe costanti utili pei calcoli, anzichè di discutere le basi della teoria. Poichè non mi è stato possibile trovare fatto finora uno studio un po' completo su tale argomento, mi è sembrato utile intraprenderlo brevemente io stesso; ho voluto vedere se, partendo da quei principii generali della teoria del magnetismo la cui certezza è ormai assicurata, si poteva arrivare con una serie di deduzioni rigorose a stabilire i teoremi più importanti della teoria dei circuiti magnetici; e mi son proposto di ricercare, con un metodo matematico, quanto vi è di esatto e quanto di approssimativo e di ipotetico nelle formole che comunemente si adottano nei calcoli dei circuiti magnetici.

In queste pagine è esposta sommariamente tale ricerca insieme coi suoi risultati: non vi si troverà alcun fatto sostanzialmente nuovo, non avendo lo studio da me fatto un carattere sperimentale, ma solamente l'esposizione di una serie di ragionamenti che permettono di edificare in modo rigoroso la teoria dei circuiti magnetici su teoremi già noti, e nel tempo stesso l'enumerazione e la discussione di tutti questi teoremi che sono necessarii per fare tale deduzione. Per non andare in lungo inutilmente, non comincierò qui la catena delle deduzioni risalendo fino ai postulati primi della teoria del magnetismo e dell'elettromagnetismo, ma ammetterò a base del ragionamento quei teoremi e quei risultati generali la cui dimostrazione rigorosa è data generalmente dagli autori che si occupano di tali argomenti. Incomincierò però dal richiamare quella serie di definizioni e di principii su cui intendo fondarmi.

Campo generato da magneti.

2. — Supponiamo anzitutto un campo magnetico dovuto esclusivamente a magneti; esso sarà determinato quando sia data la configurazione e la posizione di questi magneti, e l'intensità di magnetizzazione in ogni loro punto; indicherò, seguendo le notazioni di Maxwell, con $\mathbf{I}$ questa intensità considerata come vettore (cioè dotata di grandezza e direzione), e con I la sua semplice grandezza. Intendendo che $I = O$ nei punti dello spazio vuoto (non occupato da magneti), avremo che l'unico dato occorrente affinchè il campo sia definito è la conoscenza di $\mathbf{I}$ in ogni punto dello spazio.

Per studiare questo campo occorre cercare in ogni suo punto il valore di due quantità speciali, rappresentabili anch'esse per mezzo di due vettori, e da cui dipendono tutte le proprietà del campo stesso; in tal modo, abbiamo da considerare tre vettori diversi, di cui non occorre riportare qui la definizione, ma di cui enumeriamo le proprietà principali.

1). La *magnetizzazione* $\mathbf{I}$ (valore numerico I). Questo vettore ha in ogni punto un valore determinato, finito, e la cui legge di distribuzione si suppone data a priori in ogni campo che si tratta di studiare. Esso non soddisfa ad altra condizione che quella di annullarsi in spazio vuoto.

2). La *forza magnetica* $\mathbf{H}$ (valore numerico H). Anche questa è un vettore finito e determinato in ogni punto dello spazio, e che si annulla a distanza infinita. La sua legge di distribuzione è sempre tale che esso ammette una funzione potenziale; cioè esiste una funzione V, la cui derivata parziale secondo una direzione qualunque è uguale alla componente (o proiezione) di $\mathbf{H}$ secondo quella direzione, col segno cambiato. Le

linee tangenti in ogni punto alla direzione di **H** si chiamano *linee di forza*; esse ammettono sempre un sistema di superficie ortogonali ($V =$ costante, superficie equipotenziali) ma non sempre sono linee rientranti.

Generalmente **H** non soddisfa ad altre condizioni.

3). *L'induzione magnetica* **B** (valore numerico B).

È un terzo vettore, che oltre ad essere finito e determinato è anche continuo in ogni punto, e nullo, come al solito, a distanza infinita. Generalmente non ammette un potenziale, ma soddisfa invece sempre alla condizione di Laplace; cioè, se diciamo B_x, B_y, B_z le sue tre componenti secondo gli assi, si ha

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = O$$

Le linee tangenti in ogni punto alla direzione di **B** si chiamano *linee d'induzione*, o *linee di flusso;* sono tutte linee chiuse, rientranti, ma non sempre ammettono un sistema di superficie ortogonali.

3. — La funzione V che è legata con **H** nel modo che si è detto prende il nome di *potenziale magnetico;* essa esiste sempre, finita, monodroma e continua in ogni punto dello spazio. Il suo valore si ricava, quando si conosca quello di **I**, per mezzo dell'equazione

$$v = \int\int\int \left(I_x \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} + I_y \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y} + I_z \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z} \right) dx\, dy\, dz$$

in cui l'integrale è esteso a tutto lo spazio (o solamente alla porzione di spazio occupata dai magneti) I_x, I_y, I_z sono le tre componenti di **I** nel punto x, y, z, e infine r è la distanza di questo punto da quello in cui si cerca il potenziale.

Derivando V, si ricavano le tre componenti di **H** secondo gli assi

$$H_x = -\frac{\partial V}{\partial x},\ H_y = -\frac{\partial V}{\partial y},\ H_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

Avuta così **H**, se si compone questa con un vettore 4π **I**, si ha per risultante **B**; ciò è espresso dall'equazione vettoriale

$$\mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi \mathbf{I}$$

in cui il simbolo + sta a indicare non una somma algebrica ma una somma geometrica, o composizione, eseguita secondo la regola del parallelogrammo.

Per mezzo di queste equazioni si calcolano tutti gli elementi del campo cioè **B**, **H**, V, quando sia data **I** in ogni punto; e dalla loro stessa natura emerge la dimostrazione di tutte le asserite proprietà di cui godono i detti elementi.

Si osserverà qui poi che nei punti dello spazio vuoto, essendo $\mathbf{I} = O$, si ha $\mathbf{B} = \mathbf{H}$, ossia si identificano fra loro la forza magnetica con l'induzione magnetica, le linee di forza con le linee di flusso; nell'interno delle sostanze magnetiche occorre invece farne attentamente la distinzione.

4. — Vi sono due integrali di cui occorre spesso fare uso, quindi è bene definirli sin d'ora.

Il primo di essi è l'integrale di linea di **H** lungo una curva qualunque, cioè la somma dei prodotti dei successivi elementi della curva per la proiezione di **H** su di essi. Indicando con H_s tale proiezione, cioè la componente di **H** secondo la tangente alla curva, si ha in $M = \int_A^B H_s\, ds$ l'espressione di questo integrale, a cui si dà il nome

di *forza magnetomotrice* agente lungo la curva data $A\,B$ (si usa scrivere f. m. m.....).

Ora si sa che $H_s = -\frac{\partial V}{\partial s}$, quindi si può scrivere

$$M = \int_A^B -\frac{\partial V}{\partial s}\, ds = V_B - V_A$$

da cui si vede che la f. m. m. lungo una curva qualsiasi dipende solo dalla posizione dei suoi punti estremi, ed è eguale alla differenza dei potenziali in questi punti. Questa quantità si calcola in funzione del sistema di magneti agente sul campo; se però gli estremi della curva coincidono, formando la curva un circuito chiuso, M si riduce a zero, qualunque sia il sistema dei magneti. Abbiano cioè il teorema:

La f. m. m. agente lungo una curva chiusa qualsiasi, in un campo dovuto a magneti, è identicamente nulla.

L'altro integrale si riferisce a **B**. Prendiamo una superficie arbitraria, terminata, tutto in giro, a un certo contorno (che sarà di necessità una curva chiusa), diciamo $d\,S$ un elemento di questa superficie, e B_s la componente di **B** secondo la normale a questo elemento. Allora l'integrale di **B** relativo alla superiore S è espresso da

$$\Phi = \iint B_s\, d\,S$$

A questa espressione si dà il nome di *flusso magnetico* attraverso la superficie data.

Poichè **B** soddisfa in ogni punto all'equazione di Laplace $\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial x} + \frac{\partial B_z}{\partial x} = 0$, applicando le equazioni di Gauss, si ricava che:

Il flusso magnetico attraverso una superficie chiusa qualunque è identicamente nullo, sia che questa superficie attraversi o no sostanze magnetiche.

Si ha anche che attraverso una superficie non chiusa il flusso magnetico dipende solamente dal suo contorno; e perciò si può parlare del flusso attraverso un circuito dato intendendo con ciò il flusso attraverso ogni superficie che abbia questo circuito per contorno.

5. — Si chiamano *superficie di nulla induzione* o *superficie di flusso* quelle che hanno per generatrici le linee d'induzione; il flusso attraverso una porzione qualunque di una di tali superficie è nullo.

Un tubo limitato lateralmente da una superficie di nulla induzione si chiama *tubo d'induzione;* esso gode della proprietà che il flusso attraverso ogni sua sezione ha un valore costante. Se questo valore costante è uguale all'unità, il tubo dicesi unitario; possiamo immaginare il volume di un campo diviso in tanti tubi unitarii, e tracciati gli assi di questi tubi; allora il flusso attraverso una superficie è dato dal numero di questi assi che ne vengono intersecati.

È perciò che si dice talvolta ***numero di linee di induzione*** (erroneamente ***di forza***) in luogo di *flusso magnetico.*

Tracciando in questo modo le linee d'induzione come assi di tubi unitarii, si ha la rappresentazione completa della distribuzione di **B**; così pure tracciando una serie di superficie equipotenziali $V = 1$, $V = 2$, $V = 3$.... ecc., si ha la rappresentazione della distribuzione di **H**. In spazio vuoto, dove **H** e **B** coincidono, la rappresentazione è duplice, e le linee d'induzione risultano ortogonali alle superficie equipotenziali.

(Continua). Ing. Giovanni Giorgi.

ESPERIENZE

SOPRA UN MOTORE A CORRENTE ALTERNATA ASINCRONO BROWN

DELLA POTENZA DI 15 CAVALLI

Il dott. Banti ha pubblicato, pochi mesi or sono, i risultati di una serie di esperimenti, eseguiti sopra alcuni motori asincroni Brown, rispettivamente della potenza di 3|4 di cavallo, di 1 1|2 e di 3 cavalli (1).

Avendo, nel mese scorso, per gentile incarico del sig. Carlo Sutermeister, avuto occasione di fare delle esperienze, in unione all'ing. Nizzola della Casa Brown, Boveri, e C., sopra uno di tali motori, di potenza notevolmente maggiore di quelli sperimentati dal Banti, io credo bene, onde apportare un nuovo contributo alla conoscenza delle proprietà dei motori in questione, di esporre i risultati delle misure intraprese.

Il motore sperimentato è inserito, da circa due mesi, sui circuiti della grande trasmissione di energia elettrica per mezzo di correnti alternative, di proprietà del signor Carlo Sutermeister, ad Intra (Lago Maggiore). Esso, come tutti i motori di questo tipo (2), è privo di qualsiasi contatto strisciante, è di costruzione estremamente semplice e funziona, nel periodo di avviamento, come motore a campo magnetico rotante, e, nel periodo di funzionamento normale, come motore a corrente alternata monofase asincrono. La sua lunghezza è di 480 mm., la larghezza di 600 mm. e l'altezza di 615 millimetri; il peso totale, compresa la puleggia calettata sull'albero, è di 545 chilogrammi. Esso è stato costrutto dalla Casa Brown, Boveri e C. di Baden, per una potenza di 15 cavalli, per una frequenza della corrente alternativa uguale a 40, per una differenza di potenziale efficace di 150 volt e per una velocità di circa 800 giri al 1'. Nel suo funzionamento normale non accenna ad eccessivo riscaldamento e cammina quasi senza rumore. La durata del periodo di avviamento, con cinghia e puleggia folle, è di 20".

Applicato il freno al motore, si misuravano contemporaneamente: la forza applicata al braccio di leva ($1^m,27$ di lunghezza) per mezzo di una bilancia a bilico ed a quadrante, preventivamente tarata; l'energia elettrica somministrata, mediante un wattmetro di Ganz; l'intensità efficace della corrente e la differenza di potenziale efficace, rispettivamente con due elettrodinamometri di Siemens in parallelo e con due voltmetri termici, di cui l'uno di Cardew e l'altro di Hartmann e Braun, in serie; la velocità, per mezzo di un contagiri (3).

Nella tabella che segue sono compendiati i risultati delle esperienze. Di queste, che sono in numero di 14, la 1ª e la 2ª corrispondono rispettivamente ai primi istanti del periodo di avviamento ed al funzionamento a vuoto del motore; la 3ª, 4ª, ..., 11ª si riferiscono al lavoro ordinario che questo deve svolgere e procedono da carichi minori a carichi maggiori; e le tre ultime riguardano il funzionamento a sovraccarico del motore stesso.

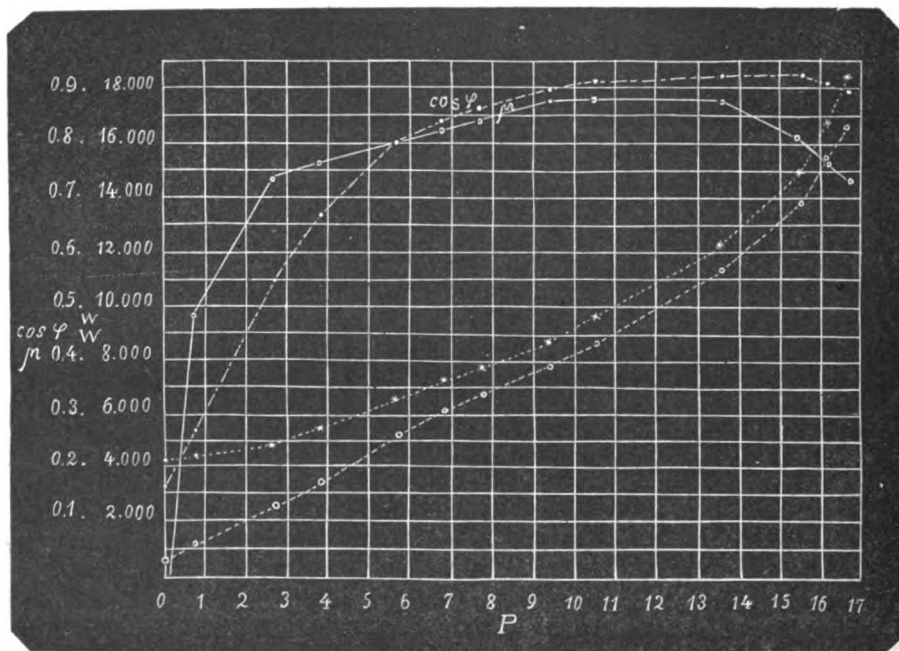
(1) L'*Elettricista,* anno II, 1893, n. 12: *Esperimenti sui motori asincroni Brown.*

(2) *The Electrician,* 27 gennaio 1893, p. 358: *Non-synchronous motor for ordinary alternate currents.*

(3) La taratura degli strumenti di misura elettrici, di cui mi sono servito nei miei esperimenti, è stata eseguita nel laboratorio di elettrotecnica del R. Museo industriale italiano in Torino.

La tabella comprende 14 colonne, nelle quali sono rispettivamente registrati: il numero d'ordine degli esperimenti; la velocità n del motore, espressa in giri al 1′;

N°	n	W	V	I	F	P	$736\,P$	$\mu = \frac{736\,P}{W}$	$w = VI$	$\cos\varphi = \frac{W}{w}$	φ°	$w - W$	$1000\,\frac{w-W}{W}$
1	**0**	**17.595, 0**	**132, 0**	**150, 0**	**1, 50**	**0**	**0**	**0**	**19.800, 0**	**0, 889**	**27° 20′**	**2.205, 0**	**125, 3**
2	876	688, 5	157, 5	27, 0	0	0	0	0	4.252, 5	0, 162	80° 40′	3.564, 0	5.176, 5
3	862	1.173, 0	156, 5	27, 5	0, 50	0, 78	574, 1	0, 49	4.303, 7	0. 273	74° 10′	3.130, 7	2.669, 0
4	863	2.652, 0	155, 0	30, 8	1, 70	2, 64	1.943, 0	0, 73	4.774, 0	0, 556	56° 10′	2.122, 0	800, 2
5	866	3.774, 0	157, 5	35, 7	2, 50	3, 90	2.870, 4	0, 76	5.630, 6	0, 670	48° 00	1.856, 6	491, 9
6	868	5.176, 5	156, 0	41, 8	3, 60	5, 62	4.136, 3	0, 80	6.520, 8	0, 794	37° 30′	1.344, 3	259, 7
7	863	6.171, 0	154, 5	47, 3	4, 45	6, 91	5.085, 8	0, 82	7.307, 8	0, 844	32° 30′	1.136, 8	184, 2
8	862	6.732, 0	154, 0	50, 6	4, 95	7, 68	5.652, 5	0, 84	7.792, 4	0, 864	30° 10′	1.060, 4	157, 5
9	859	7.854, 0	152, 0	57, 2	6, 10	9, 43	6.940, 5	0, 88	8.694, 4	0, 903	35° 30′	840, 4	107, 0
10	858	8.823, 0	151, 0	63, 8	6, 80	10, 50	7.728, 0	0, 88	9.633, 8	0, 916	23° 40′	810, 8	91, 9
11	856	11.398, 5	149, 0	82, 0	8, 80	13, 56	9.980, 2	0, 88	12.218, 0	0, 933	21° 10′	819, 5	71, 9
12	851	13.923, 0	146, 5	102, 0	10, 10	15, 47	11.385, 9	0, 82	14.943, 0	0, 932	21° 20′	1.020, 0	73, 3
13	812	15.478, 5	143, 0	118, 2	11, 05	16, 15	11.886, 4	0, 77	16.902, 6	0, 916	23° 40′	1.424, 1	92, 0
14	816	16.626, 0	144, 0	128, 0	11, 40	16, 74	12.320, 6	0, 74	18 432, 0	0, 902	25° 30′	1.806, 0	108, 9

l'energia elettrica W consumata, espressa in watt; la differenza di potenziale alternativa efficace V in volt; l'intensità efficace I della corrente alternativa in ampère; la

forza F in chilogrammi applicata al braccio del freno; l'energia meccanica restituita, espressa in cavalli (P) ed in watt ($736\,P$); il rendimento industriale $\mu = \frac{736\,P}{W}$; l'energia elettrica apparente, espressa in watt, $w = VI$; il coseno della differenza di fase φ fra la differenza di potenziale efficace e l'intensità efficace della corrente (power factor), dato dal rapporto $\frac{W}{w}$; il valore angolare di tale differenza di fase; la differenza w-W tra l'energia elettrica apparente e quella effettiva; il valore $1000\,\frac{w-W}{W}$ di questa differenza riferita al chilowatt.

Se sopra due assi coordinati ortogonali si portano come ascisse i valori di P e come ordinate rispettivamente i valori di W, w, μ, $\cos\varphi$, si trovano punti, disposti come quelli indicati in figura, i quali indicano chiaramente il modo di comportarsi del motore sperimentato, in corrispondenza dei diversi carichi cui esso venne sottoposto.

Ing. RICCARDO ARNÒ.

LA SETA COME DIELETTRICO

NELLA COSTRUZIONE DEI CONDENSATORI

(Continuazione e fine, vedi pag. 127).

II.

6. Per avere un'idea esatta delle proprietà dielettriche della seta, e per poter giudicare della convenienza di farne l'applicazione pratica alla costruzione di condensatori per misure, occorreva naturalmente di mettere il sistema che si studiava in condizioni possibilmente invariabili, ed indipendenti da quelle igrometriche esterne. Occorreva di più poter valutare l'importanza dei fenomeni di lenta polarizzabilità per tempi molto brevi, perchè in molte misure precisamente si abbisogna di apparecchi nei quali la carica e la scarica si produca colla massima rapidità, e sinora è desiderato invano un condensatore la cui carica possa dirsi istantanea. Sotto questo aspetto era anche interessante di confrontare quantitativamente i fenomeni di polarizzazione lenta nei dielettrici che più generalmente si adoperano.

Una serie di misure fu istituita perciò, nella quale si cercò di determinare la massima variazione di carica che piccoli condensatori con diverso coibente presentavano quando la durata di carica era variata dalla minima realizzabile sino a quella dopo cui la prima elongazione di scarica attraverso al galvanometro balistico non cresceva più. Si rilevarono inoltre le curve di carica nella successione del tempo, delle quali basterà riportare qui alcune delle più interessanti perchè la forma generale si conserva in tutte la stessa.

Per realizzare la durata brevissima di carica fu adoperato un pendolo di Helmholtz, il quale consiste notoriamente in una massa oscillante che può lasciarsi cadere da altezza nota, e che in punti successivi della sua prima oscillazione viene a chiudere ed a riaprire il circuito di carica. I tempi si variano variando la posizione relativa dei due sistemi di contatto, ed in valore assoluto si misurano conoscendo la durata di oscillazione e la posizione dei punti medesimi sull'arco che il pendolo descrive. L'apparecchio adoperato qui ha una durata di oscillazione di $0'',953$: la velocità media della massa oscillante lungo l'arco dove i contatti vengono chiusi ed aperti è di circa 1 m. per $1''$, onde possono con sicurezza valutarsi tempi di pochi diecimillesimi di $1''$.

Di tempi di gran lunga più brevi non è quistione qui, perchè essi non intervengono nelle pratiche sperimentazioni, e perchè, più che i fenomeni di lenta polarizzabilità dei dielettrici, vi hanno importanza quelli che la resistenza e la autoinduzione del

circuito di carica originano in relazione alla capacità da caricare. Se la autoinduzione è convenientemente grande rispetto alla resistenza ed alla capacità, e precisamente se

$$r^2 < \frac{4L}{C}$$

la teoria mostra che la carica e la scarica del condensatore sono oscillanti, e che il periodo di oscillazione vale:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{r^2}{4L^2}}}$$

L'ampiezza delle oscillazioni è ridotta ad $\frac{1}{n}$ del suo valore iniziale dopo un tempo:

$$t = \frac{2L}{r} \log_{ip} n .$$

Nelle nostre sperimentazioni le condizioni del circuito erano veramente tali che la carica si faceva secondo una curva oscillatoria, come pel condensatore a seta venne fatto sperimentalmente di dimostrare. Ma il periodo di oscillazione era in generale di pochi milionesimi di 1″, onde in un tempo dell'ordine di grandezza del minimo realizzabile col pendolo le oscillazioni potevano ritenersi rese insensibili.

7. Essendosi già notata l'efficacia grande dell'essiccamento per migliorare le proprietà dielettriche della seta si pose la massima cura per eliminare da questa ogni traccia non solo dell'acqua condensata eventualmente alla superficie, ma anche, per quanto era possibile, di quella di costituzione della sostanza.

A quest'uopo i singoli fogli di stagnola e di seta furono sopra lastre metalliche riscaldati uniformemente e per lungo tempo alla massima temperatura che la seta poteva sopportare senza alterare sensibilmente la sua struttura: circa verso 200°. La ricostituzione del sistema fu eseguita sopra una lastra tenuta ancora a temperatura poco inferiore, e l'insieme fu racchiuso tra due fogli ben secchi di ebanite suggellando gli orli con forti liste di carta incollata. La massima variazione di carica apprezzata col pendolo dopo ciò era minore del 5 °|₀, e per tempi di carica realizzabili con artifizi comuni non superava 2 °|₀. I fenomeni di polarizzazione lenta erano dunque sensibilmente diminuiti, e la somma di scariche residue dopo una carica di 60″ non arrivava al 3 °|₀. La resistenza di isolamento direttamente misurata appariva maggiore di 130,000 megohm. Avendo imbevuto a caldo la carta agli orli con paraffina fusa dopo un accurato riscaldamento del sistema, la resistenza superò i 200,000 megohm: la variazione di carica e le scariche residue si conservarono nell'ordine di grandezza ricordato per tutto il tempo per cui le misure furono ripetute.

In base a ciò un buon numero di altri esperimenti si fece costruendo dei piccoli condensatori a capacità minore del precedente, ma utilizzando come coibente una stoffa di seta bianca finissima di cui lo spessore è appena 0,06 mm. L'essiccamento dei pezzi di stagnola e di seta fu ripetuto ad ogni volta colla più grande diligenza, ed alcuni artifizi nuovi furono tentati, i quali però non diedero vantaggi speciali, come l'essiccamento ad alta temperatura ripetuto a distanza di parecchi giorni, durante i quali la seta si conservò sotto la campana della macchina pneumatica a pressione di pochi millimetri di mercurio ed in presenza di acido fosforico anidro. La massima variazione di carica era in genere dell'ordine di 2 °|₀: l'isolamento poteva ritenersi perfetto per le piccole tensioni adoperate. La fig. (2) fu rilevata col pendolo per un piccolo condensatore di questa natura, e mostra da una durata dell'ordine di 0″,0002 a 0″,2 una varia-

zione di carica da 245,4 a 247,3. La carica dopo una durata di 1″ era 247,8, dopo 4″ 248,2, dopo 60″ 248,3 essendo la variazione massima apprezzabile di 1,17 °/₀. Dopo 60″ di carica la somma di scariche residue non superava 2,1 °/₀.

Sebbene coi mezzi che si avevano a disposizione non si sia riusciti a diminuire ulteriormente la manifestazione residua di questi fenomeni di lenta polarizzazione, è altamente verosimile però che una parte di essi ancora fosse dovuta ad un residuo di umidità nel dielettrico, che forse artifizi più appropriati di essiccamento potrebbero ancora eliminare. A corroborare quest'idea alcune misure furono eseguite sopra un condensatore ad aria costituito da due dischi metallici ripuliti a nuovo ed essiccati accuratamente, tenuti a piccola distanza sopra sopporti di gomma lacca. Non fu possibile in alcun caso di ottenere una carica massima istantanea. La variazione era tuttora dell'ordine di quella trovata coi migliori condensatori a seta, e forse dovevasi ad un velo minimale di umidità condensata presso le pareti metalliche, da cui i mezzi comuni di essiccamento non bastavano ad eliminarla: oppure ad una piccola quantità di vapore non secco nell'aria compresa tra i dischi.

8. La suscettibilità della seta di acquistare in condizioni opportune eccellenti proprietà dielettriche era dunque dimostrata. Si trattava solo di provare ancora la possi-

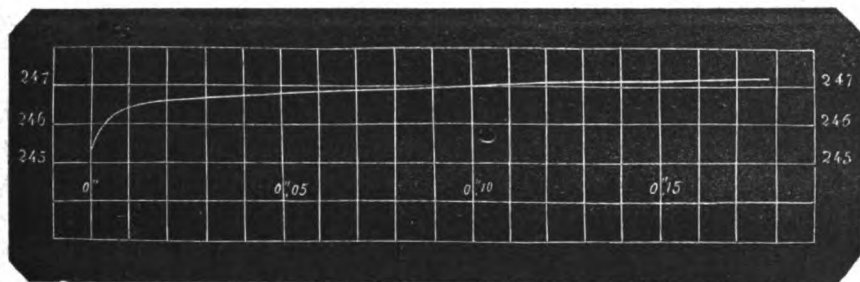



Fig. 2.

bilità di realizzare queste condizioni in modo abbastanza semplice, e di conservarle con sufficiente sicurezza per accertare la convenienza di applicare la seta praticamente nella costruzione di apparecchi di misura. A quest'uopo un esperimento fu eseguito in scala notevolmente maggiore per ottenere una capacità dell'ordine di quelle che comunemente si adoperano.

Questo condensatore è costituito da un centinaio di fogli di stagnola rettangolari di superficie circa 28×18 cm.², isolati con pezzi della medesima seta bianca finissima che aveva già servito agli ultimi esperimenti. Siccome questa stoffa sottilissima presenta sopra larghe superficie in alcuni punti delle piccole inomogeneità, nella prima costruzione del sistema con fogli semplici di seta sotto pressione energica si produssero tra alcuni fogli di stagnola dei contatti di corto circuito. Per migliorare e rendere sicuro l'isolamento nella costruzione definitiva tutti i fogli di seta tra le armature si assunsero doppi, rinunciando in parte al vantaggio di ottenere la massima capacità nel minimo volume e colla minima spesa di materiale; vantaggi che facilmente si potrebbero conseguire con una fabbricazione appropriata di stoffa a quest'uopo. La quistione del volume ha però piccola importanza perchè il sistema completo con una capacità di circa 0,35 mF tra due lastre robuste d'ottone serrate fortemente a vite non occupa uno spessore maggiore di 12 mm. L'essiccamento fu eseguito sopra un sistema di lastre d'ottone riscaldate uniformemente verso i 200°, lasciandovi prima lungamente i singoli

*

pezzi di seta e di stagnola, che, essicati, venivano conservati sopra un'altra lastra a temperatura poco minore, poi riessicati ancora fortemente all' istante di collocarli in posto nel sistema che si veniva costituendo sopra una lastra parimenti a temperatura elevata. L'isolamento dall'intelaiatura metallica è assicurato con fogli di mica ed ebanite, e la chiusura del sistema sui fianchi è fatta con striscie di ebanite suggellate ermeticamente con mastice.

Un gran numero di misure eseguite nei giorni successivi alla costruzione del condensatore diede per valore della capacità alle temperatura 21° 0,351 *m F*, della resistenza di isolamento circa 10,000 megohm; la massima variazione di carica era 1,7 °|₀, la somma di scariche residue dopo una carica di 60″ superava poco 3 °|₀. Le stesse misure ripetute recentemente a distanza di 7 mesi dalla costruzione del condensatore diedero valori di una piccola frazione percentuale maggiori. Se veramente si può ammettere che la chiusura del sistema sia stata eseguita in modo perfetto, la leggera variazione della capacità è verosimilmente da attribuirsi ad una compressione elastica successivamente aumentatasi sotto la pressione troppo energica delle viti, mentre l'accesso alle armature della piccola quantità di umidità che all'atto della costruzione può essere rimasta chiusa nella cassa metallica è sufficiente a spiegare la variazione maggiore di carica, circa 2,5 °|₀. Nè d'altronde è impossibile che una piccola quantità di umidità abbia veramente trovato accesso dall'esterno, ed abbia concorso a produrre entrambi i fenomeni osservati, che non hanno del resto una grande importanza. Certamente, messo il sistema in condizioni di pressione e di essiccamento invariabili, non si può immaginare una ragione per cui le proprietà dielettriche subiscano una variazione qualsiasi. Quello sarebbe compito facile trattandosi di una fabbricazione sistematica di simili apparecchi. Le misure ultime, rinnovate a distanza di un altro mese, non accusarono più la menoma variazione.

Una leggera complicazione nell'uso di condensatori dotati di un simile dielettrico, ed inerente alla natura di questo, deriva dalla variabilità del potere induttore specifico in funzione della temperatura. È da notare però che agevolmente si potrebbe definire il coefficiente di variazione, che con ogni verosimiglianza si conserva costante tra limiti non molti lontani di temperatura per quanto si potè dedurre da alcune osservazioni isolate sul condensatore qui descritto. In ogni caso questo coefficiente essendo risultato qui dell'ordine di $\frac{1}{1000}$ per 1° di variazione della temperatura non avrebbe un notevole effetto nelle misure ordinarie per variazioni di poca entità, e potrebbe portarsi in conto in misure piu accurate come i coefficienti analoghi di variazione delle resistenze metalliche o della forza elettromotrice di pile campioni. Il coefficiente è positivo quando la temperatura aumenta.

Condensatori a seta costrutti con criteri esposti possono essere con tutta sicurezza adoperati per tutte le differenze di potenziale che nelle misure ordinarie possono intervenire. A conferma di ciò all'occasione delle ultime misure ricordate uno dei piccoli condensatori a fogli semplici di seta sottilissima fu assoggettato presso una grande batteria di accumulatori a tensioni crescenti. Essendo il sistema sotto una pressione moderata, la prima scintilla tra le armature scoccò a circa 500 volt, cioè ad una tensione paragonabile a quella necessaria perchè un arco voltaico si produca tra superficie metalliche di questa natura alla stessa distanza nell'aria. Il condensatore regolare a strati isolanti di seta doppia potè perciò essere con tutta sicurezza portato a tensione di alcune centinaia di volt senza che si manifestasse alcun difetto d' isolazione. Così una serie sistematica di misure di capacità fu eseguita crescendo il potenziale di 20

in 20 volt fino a 200 volt, e scaricando ad ogni volta attraverso allo stesso galvanometro balistico disposto ad opportuna sensibilità la stessa capacità di un condensatore normale, presa come unità di confronto, e caricata per tempi eguali cogli stessi potenziali successivi. La piu grande differenza tra gli undici valori misurati non supera $\frac{4}{1000}$, cioè è ampiamente compresa nei limiti d'approssimazione delle misure. La capacità può dunque ritenersi assolutamente invariata.

9. I risultati delle osservazioni fatte sopra una serie di dielettrici, per formarci un' idea dell' importanza che i fenomeni di polarizzazione lenta vi hanno, e della suscettibilità che i dielettrici offrono di migliorarsi colla eliminazione dell'umidità, sono brevemente riassunti qui.

Mica. — Le proprietà dielettriche sono eminentemente variabili colla natura della sostanza, in dipendenza della sua complicatissima costituzione. Generalmente la mica allo stato naturale presenta fenomeni marcatissimi di polarizzazione lenta, e perciò variazione di carica e scariche residue enormi. Con una essicazione a temperatura moderata le proprietà vengono radicalmente migliorate, e nelle condizioni nelle quali la mica è utilizzata per la costruzione degli apparecchi normali, cioè dopo una scelta accurata

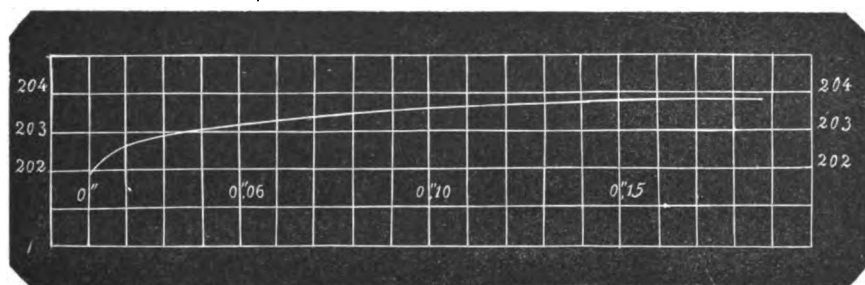



Fig. 3.

ed una lunghissima esposizione in stufe speciali dove la temperatura non arriva a 100°, ed in grazia ad una quantità di minuziose e difficili cure ed artifizi che l'esperienza ha successivamente consigliato, la mica si comporta come un ottimo dielettrico. La massima variazione di carica riscontrata in due condensatori normali del laboratorio con cui si confrontavano i condensatori a seta fu rispettivamente 1,4 ed 1,12 °/₀, con una somma di scariche residue dopo una carica prolungata per 60" pari a 2 ed 1,6 °/₀. La figura 3 riporta la porzione rilevata col pendolo della curva di carica d'un condensatore Clark. La variazione di carica dopo 1" era solamente di 2.5 per mille; dopo 4", 1 per mille. Se l'essicamento della mica si fa a temperatura troppo elevata la struttura fisica della sostanza è alterata ed i fenomeni di polarizzazione lenta si riproducono in grado eminente. Coi mezzi ordinari di preparazione e colle diverse qualità della mica che si avevano a disposizione non si riuscì ad ottenere variazioni massime di carica minori del 15 °/₀.

Paraffina. — Buoni condensatori a carta paraffinata del commercio presentano proprietà dielettriche relativamente buone, se furono preparati impregnando la carta colla paraffina a temperatura convenientemente elevata. I migliori apparecchi di questa natura nel laboratorio hanno una variazione massima di carica dell'ordine di 3 °/₀, ed una somma di scariche residue dopo 60" di carica di circa 4 °/₀, dopo 1" la variazione di carica è ancora di 8 per mille; dopo 5", 2 per mille.

Semplici lastre di paraffina ordinaria ricoperta delle solite armature, e piccoli condensatori preparati fondendo la paraffina in sottili telai di vetro direttamente sopra l'armatura inferiore, e sovrapponendo la superiore a caldo, mostrarono variazioni di carica di 20 °/₀ e maggiori. Il dott. Kleiner nel laboratorio di fisica della Università di Zurigo è riuscito con cautele speciali ad ottenere condensatori a paraffina dove il dielettrico presenta una grande omogeneità, e che domandano per la carica completa un tempo molto breve. L'applicazione di paraffina semplice però, la quale sarebbe vantaggiosissima per la sua enorme resistenza specifica, non è generalmente possibile per l'azione sensibilissima della temperatura, la quale varia il volume del dielettrico e ne compromette la solidità.

Ebanite. — Quando è di recente fabbricata, o vien conservata con cura proteggendola dall'umidità, possiede proprietà dielettriche assai buone. Un grosso condensasatore costrutto alcuni anni fa nel laboratorio di Zurigo con fogli di ebanite molto sottili appositamente fabbricati e ben essicati mostra ancora attualmente una variazione massima di carica di 3,4 °/₀, ed una variazione dopo 1″ di carica di soli 5 millesimi. Il costo ne fu però elevato per la difficoltà di ottenere i fogli dello spessore voluto. Sperimentando sopra alcuni di questi fogli stati conservati in ambiente ben secco del laboratorio si trovò una variazione di carica di 4.3 °/₀, ed una somma di scariche residue dopo 60″ di carica dello stesso ordine di grandezza. Ma fogli analoghi esposti per qualche tempo in ambienti ordinari mostrarono una variazione di 30 °/₀, che gli artifizi ordinari di essicazione non permettevano più di eliminare.

Colofonio. — È un dielettrico eccellente, ma l'applicazione ne è resa molto difficile per la eccezionale fragilità. Una piccola lastra colata tra armature di stagnola mostrò una variazione massima dell'ordine di 6 °/₀, la quale però non si potè valutare con esattezza a causa della capacità eccessivamente piccola, e della differenza di potenziale limitata che si poteva con sicurezza impiegare col pendolo. Un altro esperimento eseguito tenendo lungamente il colofonio fuso a temperatura prossima a quella di evaporazione, ed impregnandone un pezzo della seta più sottile prima adoperata, non senza difficoltà per la successiva distensione della stoffa, diede risultati migliori e più sicuri, cioè una variazione massima di carica di circa 4 °/₀. In ogni caso la variazione dopo 1″ di carica non eccede pochi millesimi, e dopo 2″ è difficilmente apprezzabile.

Gomma lacca. — Verosimilmente quando è pura possiede proprietà assai buone, ma non è esente da alcune delle difficoltà di preparazione che occorrono pel colofonio. Qui fu solamente fatto un esperimento imbevendo un pezzo di stoffa di seta con una soluzione di gomma lacca in alcool assoluto a caldo: forse per imperfetta evaporazione di questo, o per residui di acqua, o per impurità della sostanza la massima variazione di carica non potè essere abbassata a meno di 20 °/₀.

Solfo. — Fu esperimentato in diversi campioni, dei quali alcuni in polvere ricevuti come solfo chimicamente puro. Fu premesso un lungo essiccamento sotto la campana della macchina pneumatica, e le lastre furono colate direttamente tra le armature riscaldate ad alta temperatura. La variazione massima di carica non fu minore di 14 °/₀.

Guttaperca. — L'essiccamento ne è difficilissimo per la natura stessa della sostanza: tuttavia esso fu tentato con correnti d'aria artificialmente essiccata, e colla macchina pneumatica. La variazione massima di carica era ancora di 23 °/₀ e le scariche residue parimenti elevatissime.

Vetro. — Ha proprietà dielettriche eminentemente variabili nei diversi casi per la costituzione diversa della sostanza. In generale però i fenomeni di lenta polarizzazione vi sono elevatissimi. La variazione di carica per una lastra di vetro comune ben essiccata era di circa 33 °|o, e la carica non era ancora completa dopo 90″. Fu anche esperimentata della cosidetta lana di vetro, costituita da un aggregato di fili sottilissimi di questa sostanza. Essa ha un potere igroscopico enorme per la piccola conduttività termica e la grande superficie: può però essiccarsi a temperatura molto elevata. Tuttavia un esperimento fatto portando la sostanza a temperatura di forse 300° diede ancora una variazione di carica colossale.

Olio. — È applicato sovente con vantaggio come isolante, ma presenta, come forse tutti i dielettrici liquidi, una polarizzabilità lentissima. Olio di lino puro, di cui si impregnarono fogli di seta, dopo averlo riscaldato a temperatura di 150° e portato ripetutamente così caldo sotto la campana della macchina pneumatica, mostrò una variazione di 70 °|o nella carica tra 1″ e 20″, dopo cui essa era ancora di gran lunga incompleta.

Ing. LUIGI LOMBARDI.

SOPRA UN MOTORE ELETTRICO SINCRONO

A CORRENTE ALTERNATIVA.

In una Memoria recentemente pubblicata (1), ho esposto un metodo per la trattazione dei vettori rotanti e dei vettori alternativi, ed ho dimostrato con alcuni esempi di applicazione come esso possa tornare utile nella interpretazione di molti fenomeni e nella esposizione in forma chiara ed affatto elementare delle proprietà fondamentali di molti apparecchi elettrotecnici.

In quella Memoria io mi sono limitato ad applicare il nuovo metodo allo studio de' principali motori elettrici a correnti alternative oggi in uso. Ma il metodo mette anche in evidenza la possibilità di nuove combinazioni; ed io credo di fare cosa non inutile accennando ad una di tali combinazioni, la quale è suscettibile di pratiche applicazioni.

Il metodo da me esposto nella Memoria ricordata si appoggia sopra le tre seguenti proposizioni:

1. Un vettore alternativo sinusoidale di direzione fissa si può sempre considerare come risultante di due vettori uguali rotanti l'uno verso la destra e l'altro verso la sinistra colla medesima frequenza. La frequenza dei due vettori rotanti è uguale a quella del vettore alternativo e la grandezza costante comune di essi è uguale alla metà dell'ampiezza del vettore alternativo medesimo.

2. Se sono dati due gruppi di vettori, e se in un dato istante sono: a la grandezza di uno qualunque dei vettori del primo gruppo, b quella di uno qualunque dei vettori del secondo gruppo, A il valore istantaneo del vettore risultante di tutti i vettori a, B quello del risultante dei vettori b, φ l'angolo compreso tra un vettore a ed un vettore b e Φ l'angolo di A con B, si ha:

$$\Sigma\, a\, b \cos \varphi = A\, B \cos \Phi,$$
$$\Sigma\, a\, b \operatorname{sen} \varphi = A B \operatorname{sen} \Phi.$$

(1) *L'Elettricista*, vol. III, pag. 49, 1894.

3. Sieno a e b due vettori rotanti colle frequenze m ed n; si considerino queste frequenze come aventi il medesimo segno o come aventi segni opposti, secondochè le rotazioni avvengono nel medesimo verso od in versi opposti, e si rappresenti con φ l'angolo, funzione del tempo, che i due vettori fanno l'uno coll'altro. Allora, se $m = n$, i prodotti

$$a\,b \cos \varphi \qquad \text{ed} \qquad a\,b \,\text{sen}\, \varphi$$

hanno valori costanti; se m ed n non sono uguali, tali prodotti sono variabili ed il loro valore medio calcolato per un tempo uguale ad un multiplo di $\frac{1}{m-n}$, o per un tempo molto lungo a fronte di $\frac{1}{m-n}$, è uguale a zero, o piccolissimo.

Per mezzo di queste proposizioni ho presentato, nella citata Memoria, la teoria di un motore a corrente alternata sincrono ordinario nella seguente forma elementare. Il motore è semplicemente un ordinario alternatore; e se per semplicità noi lo supponiamo bipolare, esso si riduce a ciò: una armatura consistente in una spirale a spire parallele rotante in un campo magnetico. L'armatura è percorsa da una corrente elettrica alternativa di frequenza n ed il campo magnetico, prodotto da magneti eccitati con una corrente continua, è costante. La corrente alternativa dell'armatura equivale ad un magnete il cui momento magnetico è rappresentabile con un vettore alternativo avente la direzione dell'asse della spirale ed una grandezza uguale al prodotto della superficie totale della spirale per la intensità della corrente in misura elettromagnetica assoluta. Questo vettore alternativo poi si può scomporre in due vettori rotanti l'uno, d, a destra e l'altro, s, a sinistra, le frequenze de' quali, relativamente all'armatura considerata come fissa, sono rispettivamente $+n$ e $-n$. Se l'armatura ruota colla frequenza $+n$, i due vettori rotanti sovraddetti rotano nello spazio colle frequenze $n+n$ ed $n-n$; il primo ruota con una frequenza doppia di quella dell'armatura, ed il secondo rimane immobile in una direzione fissa, la quale fa un determinato angolo costante φ colla direzione del campo magnetico. Il momento della coppia esercitata dal campo magnetico fisso sul magnete rotante d ha un valore medio uguale a zero, ma quello della coppia esercitata su s ha un valore costante. Se si rappresenta con B il valore costante della induzione nel campo magnetico, il momento della coppia è

$$B\,s \,\text{sen}\, \varphi.$$

La coppia tende a chiudere l'angolo φ: aiuta od osteggia il movimento secondochè la direzione fissa di s, che è quella dell'asse dell'armatura nel momento in cui la corrente in essa ha la massima intensità, si trova a sinistra oppure a destra della direzione di B. Nel primo caso l'apparecchio funziona come motore elettrico, nel secondo esso funziona come dinamo.

Ora consideriamo ancora lo stesso apparecchio, ma supponiamo che il campo magnetico, nel quale gira l'armatura, invece di essere costante, sia un campo alternativo di frequenza n uguale a quella della corrente dell'armatura medesima; supponiamo in altri termini che i magneti di campo sieno eccitati non più con una corrente continua, ma colla stessa corrente alternativa che si ha nell'armatura, o con un'altra corrente alternativa di uguale frequenza. Possiamo dimostrare facilmente che anche in questo caso si può far funzionare l'apparecchio come una dinamo oppure come un motore sincrono, e che a tale uopo basta far rotare l'armatura con una velocità tale che essa faccia $2\,n$ giri al minuto secondo.

Infatti il campo magnetico alternativo equivale a due campi rotanti, l'uno, D, verso la destra, e l'altro, S, verso la sinistra colle frequenze $+n$ e $-n$. Ora imprimiamo

all'armatura una rotazione, per esempio a destra, colla frequenza $2n$. Dei due magneti rotanti d ed s, ai quali l'armatura equivale, l'uno, il d, girerà allora nello spazio colla frequenza $2n + n = 3n$; l'altro, l' s, girerà nel medesimo verso colla frequenza $2n - n = n$. Il valore medio dei momenti delle coppie esercitate su d da D e da S, e quello della coppia di S su s saranno nulli; ma lo stesso non sarà della coppia esercitata su s da D, poichè s e D gireranno entrambi a destra colla medesima frequenza e perciò conserveranno tra loro una distanza angolare φ costante. La coppia mutua avrà adunque un momento costante. Essa tenderà a chiudere l'angolo φ. L'apparecchio funzionerà come dinamo o come motore secondochè s precederà D oppure lo seguirà.

Si ha così un motore sincrono a campo alternativo. La teoria di esso, che noi abbiamo esposta in forma elementare pel caso semplice di un apparecchio bipolare, si estende senza difficoltà al caso di un apparecchio multipolare.

Il motore, come tutti i motori sincroni, non comincia a funzionare se prima di caricarlo non gli si è impressa la velocità di regime; e questa nel caso attuale è uguale al doppio di quella colla quale il motore lavorerebbe quando il suo campo magnetico fosse eccitato con una corrente costante. Ma non è difficile immaginare artifizi atti ad avviare il motore analoghi a quelli già in uso per motori di altre specie. Così per esempio si può munire un motore a $4n$ poli di un commutatore mediante il quale, nel periodo di avviamento, si possa farlo funzionare come un motore bifase a soli $2n$ poli, facendo passare in $2n$ spirali una corrente di fase spostata rispetto a quella che passa per le altre $2n$ alternate colle prime. Per tal modo si può far acquistare all'armatura una velocità molto prossima a quella del sincronismo della macchina a $2n$ poli, che è appunto il doppio di quella del sincronismo per la macchina a $4n$ poli. Quando tale velocità è approssimativamente raggiunta, per mezzo del commutatore si inseriscono tutte le $4n$ spirali in serie, od in parallelo, od in gruppi, in un medesimo circuito, ed il motore prende a funzionare normalmente come sincrono nel modo che abbiamo spiegato. Per la produzione della corrente ausiliaria di fase spostata adoperata nel periodo di avviamento si può adoperare l'artifizio impiegato dal Brown pei motori asincroni monofasi, od altri consimili artifizii noti.

Prof. Galileo Ferraris.

ROTAZIONI ELETTROSTATICHE NEI GAS RAREFATTI

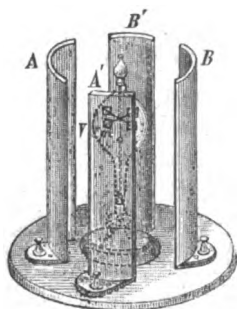
Crookes ha trovato che un gas rarefatto, attraverso al quale è fatta passare, per mezzo di due elettrodi, una scarica elettrica, esercita sopra un molinello, simile a quello di un radiometro, certe azioni, le quali, allorchè le diverse parti dell'apparecchio sono convenientemente disposte, hanno per effetto di produrre una rotazione continua del molinello, quale si avrebbe se le alette del medesimo fossero sollecitate a muoversi dal catodo verso l'anodo (1).

Questa nota ha per oggetto l'esposizione di alcune esperienze, le quali pongono in chiaro come un fenomeno della stessa natura si possa ottenere sottoponendo il gas rarefatto, nel quale è immerso il molinello, all'azione di un campo elettrico rotante.

(1) *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1879, Part. I, p. 152: « Mechanical action of projected molecules ».

Lo stesso metodo, di cui ho già fatto uso altre volte (1) mi ha servito a produrre il campo rotante necessario per i miei esperimenti, ricorrendo ad una semplice differenza di potenziale alternativa fra due punti fissi, rappresentati dalle estremità della spirale secondaria di un grande rocchetto di Ruhmkorff, privato del commutatore e funzionante quindi come un ordinario trasformatore per correnti alternative.

Per mettere in evidenza il nuovo fenomeno, di cui sto per parlare, non potendo utilizzare gli ordinari radiometri ad alette di mica, poichè su queste, anche quando esse sono contenute entro gas alla pressione ordinaria, si esercitano delle forze, che sono dovute all'azione del campo elettrico rotante sulla mica (2), io sono ricorso, nei miei esperimenti, ad un apparecchio speciale appositamente costrutto, costituito da un molinello *m* a quattro alette sottilissime di ottone, mobile in un palloncino di vetro *V* contenente dell'aria portata ad un grado estremo di rarefazione (3). Non è infatti che sperimentando sopra un molinello completamente metallico che io potei essere certo di avere eliminata in modo assoluto qualsiasi azione diretta del campo rotante sulle

alette del molinello, e che mi fu quindi dato di verificare con sicurezza i nuovi effetti dovuti alla presenza del gas rarefatto.

Se nello spazio, racchiuso fra due coppie di lastre di rame incrociate *A*, *B* ed *A' B'*, ove vien generato il campo elettrico rotante, si colloca l'apparecchio, di cui ho detto, si osserva, allorchè l'intensità del campo è sufficientemente grande e l'involucro di vetro dell'apparecchio convenientemente essiccato, che le alette di ottone prendono a rotare seguendo la rotazione del campo stesso. E se, mentre esse stanno girando in un senso, si inverte la rotazione del campo, anche il molinello metallico, dopo essersi rapidamente fermato, incomincia a rotare in senso inverso.

Nelle mie esperienze, eseguite con una corrente alternativa di frequenza uguale a 40 e con una distanza fra le lastre di 15 centimetri, la differenza di potenziale alternativa efficace, fra le estremità della spirale secondaria del rocchetto, era uguale a circa 7500 volt. In queste condizioni, alle quali corrisponde un campo elettrico rotante con una velocità di 40 giri al 1″ e di una intensità uguale a 1,67 unità elettrostatiche *C. G. S.*, il molinello metallico poteva acquistare una velocità di circa 50 giri al 1′.

Ho detto che, a porre in chiaro il nuovo fenomeno, di cui ho parlato, occorre sperimentare sopra molinelli ad alette conduttrici. Ora debbo soggiungere che questa condizione, necessaria per evitare l'azione diretta del campo elettrico rotante sul molinello, è anche sufficiente. Apposite esperienze, che ho instituito, dimostrano infatti che, mentre nell'aria alla pressione ordinaria quattro foglioline di mica incrociate ruotano, come qualunque corpo dielettrico, col campo elettrico, in cui esse sono collocate, nessuna coppia, anche minima, si esercita sopra un molinello intieramente metallico, il quale, anche sospeso in un campo rotante di grande intensità, per mezzo di una bava di seta di diametro piccolissimo e molto lunga, rimane fisso nel campo stesso.

(1) *L'Elettricista,* Vol. I, 1892, pag. 257 « Campo elettrico rotante e rotazioni dovute all'isteresi elettrostatica ».

(2) È stato infatti dimostrato (nota sovracitata) che un corpo dielettrico, collocato in un campo elettrico rotante, si trova soggetto ad una coppia, la quale tende a farlo rotare nella direzione del campo stesso.

(3) L'operazione di rarefazione è stata eseguita nella fabbrica di lampade ad incandescenza della Società Italiana di Elettricità sistema Cruto. Alla società stessa, che mise a mia disposizione tutto quanto mi poteva occorrere per le mie esperienze, rendo i più vivi ringraziamenti.

Dirò finalmente che, nelle condizioni in cui ho sperimentato, l'azione del campo elettrico rotante sul gas rarefatto era tale da illuminare uniformemente l'interno del globo di vetro, per modo che, anche sperimentando nell'oscurità la più completa, si poteva distinguere il molinello in rotazione così chiaramente da riescire a contarne il numero dei giri.

Dai risultati suesposti emerge come la causa del fenomeno, di cui è stato detto, si debba attribuire a forze, che si sviluppano nell'interno del palloncino e che vengono indirettamente eccitate da un'azione speciale esercitata dal campo elettrico rotante sul gas rarefatto. Sarebbe appunto in grazia di questa azione che le molecole aeree, contenute nell'involucro di vetro racchiudente il molinello, si troverebbero sollecitate, allorchè sottoposte all'influenza del campo rotante, da forze, le quali tenderebbero a trascinare le molecole stesse nella rotazione del campo. E poichè l'aria racchiusa nell'apparecchio è in tale stato di rarefazione che i tratti percorsi da ciascuna molecola, nell'intervallo di tempo compreso fra due suoi successivi incontri colle circostanti, non sono, come nei gas alla pressione ordinaria, estremamente brevi, così si comprende come le molecole gasose, sotto l'influenza del campo elettrico, possano, alla loro volta, reagire sulle alette metalliche del molinello e far quindi nascere, nell'interno del palloncino, una coppia tendente a far rotare il molinello stesso nella direzione del campo.

Ing. R. Arnò.

TELEFONO MULTIPLO MOREAU E MUNIER

Questo sistema di telefono multiplo è basato sull'intercalazione, tanto alla stazione di arrivo, quanto a quella di partenza, di un registratore meccanico di vibrazioni, il quale permette di dare alle correnti ondulatorie, che attraversano la linea, una velocità multipla di quella corrispondente alla telefonia ordinaria. Si tratti per esempio, di una trasmissione in quadruplo. Il cilindro registratore fonografo o grafofono, si muove sotto la punta registratrice con una certa velocità, che diremo uno. Il telefono, che trasmette le vibrazioni registrate alla linea, si muove in senso opposto con velocità tripla, in modo che, quando il cilindro ha compiuto $^1/_{12}$ di rotazione, il telefono trasmettitore ha percorso $^1/_3$ della periferia del cilindro trasmettitore. Compiuta così la corsa di lavoro, il telefono trasmettitore ritorna alla sua posizione primitiva colla stessa velocità del cilindro registratore, impiegando quindi un tempo tre volte maggiore che nell'andata, durante il quale la linea sarà libera per trasmettere successivamente col mezzo di altri tre telefoni le vibrazioni registrate in altri cilindri. Quindi il telefono compirà un'altra corsa di lavoro, trasmettendo le vibrazioni registrate in un altro terzo di periferia del cilindro. Alla stazione ricevente vi sarà un apparecchio analogo, composto di un telefono ricevitore e di un cilindro registratore, muoventisi colle stesse velocità differenziali dell'apparecchio trasmettitore in modo che la punta registratrice dell'apparecchio ricevente riprodurrà le vibrazioni colla stessa velocità e nello stesso ordine in cui furono registrate dall'apparecchio trasmettitore.

La velocità differenziale del telefono è ottenuta mediante due ruote a denti di sega: l'una montata sull'albero del cilindro registratore trasmette all'altra col mezzo di una corona interna dentata e di rocchetti il movimento con una velocità triplicata. I denti di sega delle due ruote, che hanno direzione opposta, ingranano alternativamente con due nottolini disposti sul braccio che trasmette il movimento al telefono; questo braccio è guidato nel suo movimento circolare da un arco a due vie che produce l'avanzamento o la retrocessione del braccio a fin di corsa, e quindi l'ingrano di uno dei nottolini e il disgrano dell'altro.

E. V.

METODO PER DIMINUIRE IL NUMERO DEI GIRI
DEI MOTORI A CAMPO MAGNETICO ROTATORIO

Per rendere applicabili i motori a campo rotativo alle vetture delle tramvie, occorre poter diminuire il numero dei giri senza ridurre di molto la coppia motrice, ciò che avverrebbe riunendo i motori in serie allo stesso modo dei motori a corrente costante, e senza perdite inutili di energia, quali si avrebbero introducendo nell'indotto una resistenza variabile.

La Ditta Siemens e Halske ha ideato a tal fine di riunire due o più motori *a cascata,* ossia di far passare le correnti indotte nel primo motore, quando si voglia ridurre la velocità, nell'avvolgimento primario del secondo e così successivamente. L'avvolgimento primario del secondo motore costituisce preferibilmente la parte mobile, che può essere montata sullo stesso asse, su cui è montato l'indotto del primo: in questo modo si evitano gli anelli di sfregamento. I rocchetti, esposti agli stessi effetti d'induzione nelle due armature, possono essere congiunti in serie in modo da formare un circuito chiuso. Nell'avvolgimento indotto fisso del secondo motore è intercalata una resistenza variabile, per regolarne la messa in movimento.

E. V.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Sopra la dipendenza dell'isteresi magnetica dalla temperatura, *per il* Dr. W. KUNZ (*).

L'A. espone una lunga serie di esperienze dirette allo scopo di investigare la dipendenza fra l'area di un ciclo di magnetizzazione e la temperatura della sostanza che lo percorre.

Nella prima parte della nota l'A. descrive i dettagli del metodo da lui seguito, il modo di misurare la temperatura e di disegnare i cicli: nella seconda parte riferisce i dati esperimentali e si studia di rappresentare con formule speciali i risultati delle osservazioni.

Le conclusioni più importanti sono le seguenti:

1° Generalmente in tutte le sostanze la energia assorbita dall'isteresi diminuisce all'aumentare della temperatura assai notevolmente.

2° Nel ferro dolce la legge di variazione dell'energia assorbita dall'isteresi in funzione della temperatura è lineare. Le due costanti che entrano nella funzione dipendono dalla qualità del ferro e dal massimo valore della forza magnetizzante. Ripetendo le esperienze sopra un medesimo campione, si trova che la retta che rappresenta la legge si inclina sempre meno verso l'asse delle ascisse e tende a diventargli parallela, cosicchè anche sotto quest'aspetto le costanti caratteristiche dipendono dalla storia magnetica del campione.

3° Pel nikel e per l'acciaio il fenomeno in generale è il medesimo, ma la variazione non può rappresentarsi con una semplice retta, bensì la curva dedotta dalle esperienze è molto complicata; tuttavia anche per questi corpi la curva tende sempre più a distendersi nei cicli successivi accostandosi ad una retta parallela all'asse delle ascisse.

(*) *Elektrotechnische Zeitschrift,* Heft 14 1894.

Per dare un' idea quantitativa del fenomeno, ecco un saggio delle tabelle del Kunz.

FERRO DI SVEZIA		ACCIAIO	
Temperatura in gradi Celsius	Perdita di energia in watt	Temperatura in gradi Celsius	Perdita di energia in watt
20	2690	20	9660
270	2080	309	9860
460	1050	468	4950
650	905	560	1985
742	825	640	1614
812	712	744	1048
		20	4670

F. LORI.

✱

Schermi trasparenti e conduttori per apparecchi elettrici, *per* W. E. AYRTON *e* T. MATHER (*).

È noto che gli istrumenti destinati a misurare delle piccole forze, come alcuni tipi di voltmetri elettromagnetici, i manometri per piccole pressioni, ecc., possono dare delle false indicazioni per l'attrazione elettrica esercitata sull'ago dal coperchio di vetro quando questo venga sfregato o anche semplicemente toccato, e che è possibile proteg-

(*) *Instit. of Electrical Engineers, London,* 12 April 1894.

gere questi istrumenti da qualsiasi perturbazione elettrostatica esteriore circondandoli d'una scatola interamente metallica. Ma a ciò si oppone il bisogno di vedere i movimenti dell'ago.

Gli A. dopo molte esperienze sono riusciti a trovare una vernice da applicarsi sul vetro che è dura e limpida come la gomma lacca, ma è conduttrice invece d'essere isolante. Questa vernice si ottiene e si applica con uno dei due processi seguenti:

1. Si fa sciogliere a bagnomaria una parte di gelatina trasparente in quattro parti d' acido acetico; a questa soluzione si aggiunge la metà del suo volume d' acido solforico diluito in otto parti di acqua distillata: il miscuglio si applica a caldo sul vetro ben pulito. Quando questa pellicola è raffreddata si ricopre d'uno strato di *smalto antisolforico di Griffith.*

2. La soluzione di gelatina preparata nel modo suddetto si diluisce in due volumi d'acido acetico e poi si stende sul vetro freddo dopo averlo ben pulito. Riscaldando poi il vetro si scaccia l'eccesso d'acido, si lascia raffreddare e si ricopre di un nuovo strato di soluzione. Si scioglie lo smalto antisolforico nell'etere e si ricopre con esso lo strato di gelatina: si riscalda di nuovo il vetro per scacciare l'etere e si ricopre d'un secondo strato di smalto diluito.

Pare che sia necessaria una certa esperienza per applicare bene questa vernice, ma se è data bene essa è così trasparente che se ne nota la presenza soltanto guardando il vetro obliquamente, e gli istrumenti diventano insensibili alle azioni elettrostatiche esterne.

I. B.

Dinamo dimorfa.

L'*Hospitalier* ci informa (1) che la *Westinghouse Electric and Manufacturing Co.* sta per terminare in Rochester un impianto che costituisce il primo tipo di un sistema chiamato a prendere un certo sviluppo industriale. La parte caratteristica di questo impianto è l'impiego di due dinamo generatrici che producono contemporaneamente delle correnti continue e delle correnti alternative bifasi.

La dinamo a 8 poli porta da un lato dell'indotto un collettore dal quale si raccoglie una corrente a 550 volt, e dall'altro lato dell'indotto degli anelli collettori dai quali si possono raccogliere due correnti alternative con fase spostata di un quarto di periodo ed al potenziale efficace di 385 volt con una frequenza di 50 periodi a secondo. La velocità angolare dell'indotto è di 750 giri a minuto.

Questa *dinamo-omnibus* permette contemporaneamente:

(1) *L'Industrie Électrique.*

1. Il servizio delle tramvie (500 a 550 volt):
2. Il servizio dei motori di giorno (500 a 550 volt);
3. L'illuminazione ad incandescenza con trasformatori;
4. L'illuminazione ad arco a correnti alternate;
5. Il servizio dei motori alternativi bifasi.

Questi differenti servizi, benchè alimentati da una sola dinamo, sono assolutamente indipendenti, in questo senso che il collettore a corrente continua e gli anelli di presa delle correnti alternate bifasi sono previsti per la potenza massima del generatore sul quale si prende questa forza a volontà, in proporzioni variabili al bisogno, sotto l'una o l'altra delle due forme disponibili.

U. Bagnoli.

Sopra il riscaldamento dei diversi punti di un conduttore cilindrico attraversato da una corrente elettrica, *per* Osc. Colard (*).

L'A. studia la distribuzione della temperatura nei diversi punti della sezione di un conduttore attraversato da una corrente elettrica, e la distribuzione degli sforzi interni che provengono dalla sua ineguale distribuzione.

Le ipotesi dalle quali parte sono le seguenti:

1° Che la densità della corrente sia uniforme in tutta la sezione. Gli effetti di induzione e le variazioni di resistenza prodotte dalle differenze di temperatura nei punti della sezione stessa rendono quest'ipotesi non coincidente colla realtà. Tuttavia pei conduttori di sostanze non magnetiche la variazione di densità elettrica è di ordine trascurabile.

2° Le differenze di temperatura nei punti di una medesima sezione sieno così piccole che possa la resistenza elettrica considerarsi costante in ogni punto del conduttore e tale da potersi confondere con quella corrispondente alla media fra la temperatura dell'asse e la temperatura della periferia.

3° La legge secondo cui la resistenza varia col variare della temperatura sia lineare, cosicchè la resistenza medesima possa ritenersi proporzionale alla temperatura contata a partire da uno zero speciale variabile per ogni metallo.

4° Il conduttore sia in tutta la sua lunghezza collocato in identiche condizioni rispetto al disperdimento del calore, cosicchè possa ritenersi costante la temperatura lungo una retta parallela all'asse o lungo una circonferenza avente il centro nell'asse e collocata in un piano normale a questo.

Le conclusioni cui l'A. giunge sono le seguenti:

1° La temperatura varia con legge parabolica diminuendo dal centro alla periferia di una sezione.

(*) *Lumière électrique*, 5 maggio 1894.

2° Gli sforzi interni che nascono dalle variazioni di temperatura si riducono ad una pressione radiale che sollecita le fibre dirette secondo i raggi di una sezione ed una pressione circonferenziale che sollecita le fibre curvate secondo le circonferenze della sezione aventi il centro sull'asse.

3° Tanto la pressione radiale quanto quella circonferenziale variano con legge parabolica in funzione della distanza dall'asse.

4° La pressione radiale è sempre positiva mentre quella circonferenziale è sempre positiva nell'asse, ma può esser nulla ad una certa distanza dall'asse e trasformarsi in tensione a distanze maggiori.

5° Nell'asse le due pressioni hanno lo stesso valore.

6° Le pressioni radiali andando verso l'asse crescono tre volte meno rapidamente di quello che decrescono le tensioni circonferenziali.

L'A. deduce dalle sue formule la dimostrazione del noto fenomeno che, quando un filo traversato da una corrente troppo forte cede per esplosione, esso cede per rottura della crosta superficiale sotto l'azione delle croste interne e non per fusione semplice come avverrebbe di un filo scaldato da una sorgente di calore esterna.

Finalmente nella nota vi ha un' applicazione numerica alla determinazione delle temperature e degli sforzi in tutti i punti della sezione di un conduttore di rame del diametro di 16 millimetri attraversato da una corrente di 1000 ampère immerso in un ambiente avente la temperatura costante di 15.°

F. Lori.

Il nuovo palazzo della Postal Telegraph Cable Co. di New York (*).

È un immenso fabbricato di 14 piani, dell'altezza di circa 60 metri, che dal punto di vista elettrico presenta un interesse speciale per le importanti applicazioni fatte dell'elettricità all' illuminazione di tutto il palazzo, al movimento degli ascensori, ed al servizio telegrafico. Ci dilungheremo di preferenza sull'impianto telegrafico, che offre qualche particolarità degna di nota.

Sei caldaie della forza complessiva di 725 cavalli, oltre alle macchine per la ventilazione, a tre ascensori a vapore, e alle pompe per l'acqua potabile, per il servizio d'incendi e per la distribuzione dell'acqua calda, forniscono il vapore a cinque macchine Westinghouse accoppiate direttamente ad altrettante dinamo a quattro poli tipo ferrovia.

Due di queste dinamo sono da 120 chilowatt e forniscono la corrente a 240 volt a sei ascensori elettrici; una dinamo però è sufficiente a questo scopo, l'altra rimane di scorta. Gli ascensori, del tipo Sprague-Pratt, costituiscono una vera novità del genere, e meriterebbero una lunga descrizione; chi si interessa dell'argomento potrà ricorrere con profitto al giornale citato. Diremo solo che con un carico netto di 900 chilogrammi hanno una velocità di oltre 125 metri al minuto e che sono di gran lunga più economici degli ordinari ascensori idraulici.

Le altre tre dinamo sono da 75 chilowatt ciascuna, e servono all'illuminazione di tutto l'edificio, per un totale di 3500 lampade.

Una di queste tre dinamo serve anche a far funzionare 20 dinamo-motori Crocker-Wheeler, o trasformatori a corrente continua, i quali tengono il luogo delle pile o degli accumulatori per il servizio telegrafico della Compagnia. Questi 20 trasformatori, affatto indipendenti l'uno dall'altro, forniscono la corrente ad oltre 400 circuiti telegrafici a differenti voltaggi, da un minimo di 40 volt ad un massimo di 350 volt, essendovi due macchine per ciascun potenziale, una per il positivo e l'altra per il negativo.

Sei cavi, tre con 78, due con 63 ed uno con 104 conduttori, entrano nel sotterraneo del palazzo; i 464 circuiti fanno capo ad un gran quadro di distribuzione in ferro e marmo, e per mezzo di altrettanti fili raggiungono poi l'undecimo piano dell'edificio dove trovasi l'ufficio telegrafico. Questo è costituito da una gran sala di 21 per 46 metri, con finestre su tre lati; i tavoli degli apparati sono disposti in lunghe file, accoppiati a due a due. Ciascun tavolo ha quattro apparati e contrariamente all'uso comune non porta divisori in vetro; il *sounder* è collocato in una scatola della forma di un quarto di cilindro aperta su un lato e posta sopra un piedestallo; la scatola è girevole e l'impiegato può disporla nel modo che ritiene migliore per ricevere ad udito i segnali telegrafici: alla scatola è unito un cestello per depositarvi i telegrammi. Un altro cestello è attaccato ad un piedestallo posto al centro di ciascun tavolo, che porta una lampada ad incandescenza ed il numero del circuito telegrafico. Inoltre la sala è illuminata da 16 lampade ad arco Lemaire da 5 ampere appese al soffitto. Ogni impiegato è provvisto di una macchina scrivente.

Il commutatore generale è formato con otto grandi lastre di marmo; i fili di linea e degli apparati fanno capo a tante piastre metalliche disposte su quattro file orizzontali; gli scambi eventuali dalla posizione normale sono fatti per mezzo di cordoni. Tutte le comunicazioni interne dell'ufficio, come del resto tutte le altre comunicazioni elettriche del palazzo, sono formate da fili isolati con materia resistente al fuoco.

Due tavoli di fronte al grande commutatore

(*) *The Electrical World*. April 21, 1894.

portano le traslazioni; al disopra di questi trovasi la galleria di distribuzione, dove affluiscono tutti i telegrammi sia in arrivo che in partenza; mediante un sistema di tubi pneumatici i telegrammi vengono distribuiti e ricevuti dai diversi tavoli. Mediante altri quattro tubi questa galleria comunica col pianterreno del palazzo, dove sono posti gli uffici di accettazione e di recapito dei telegrammi.

I. B.

CRONACA E VARIETÀ.

La posta e il telegrafo all'Esposizione di Milano. — Le *Esposizioni Riunite* di Milano sono state inaugurate il giorno 6 dello scorso maggio da S. M. Umberto I.

Nella galleria Filatelica di fianco a due uffici speciali di posta e telegrafo per il servizio del pubblico, il Ministero delle poste e dei telegrafi ha riunito in appositi locali tutto quanto si riferisce a questi due servizi, affinchè i visitatori possano formarsi un'idea del modo come sono impiantati i grandi uffici moderni, che in generale sono pochissimo conosciuti.

Nella parte postale sono esposti gli oggetti inerenti al servizio ordinario e a quello speciale da campo, come cassette d'impostazione, timbri, sigilli, istruzioni, stampati, divise, ecc.

Il modello di grande ufficio telegrafico comprende un apparato quadruplo Baudot, un apparato Wheatstone montato in duplice coi relativi perforatori, una macchina Hughes, un tavolo completo con gruppo Morse, un commutatore per linee e per batterie, un armadio con 150 elementi di pila italiana e 16 accumulatori a diaframma tipo Gandini, e tutti gli altri apparecchi accessori. Gli apparati sono perfettamente montati e possono funzionare tanto in locale quanto per corrispondere con l'ufficio centrale.

Merita anzi di essere ricordato il seguente aneddoto. Nella visita ai diversi locali dell'esposizione, fatta subito dopo l'inaugurazione ufficiale, S. M. il Re si fermò con un certo interessamento nella mostra telegrafica, e mentre stava ammirando l'apparato Baudot, vide uscirne stampato un telegramma a lui diretto. Era un telegramma d'auguri che gli mandavano gli impiegati dell'ufficio centrale di Milano.

Notiamo a titolo d'onore per l'industria nazionale che tutti gli apparati telegrafici esposti escono dall'officina Rosati di Milano.

Illuminazione elettrica di Novara. — È stato inaugurato nel mese scorso l'impianto che serve per illuminazione pubblica e privata e per distribuzione di forza.

Due turbine Jonvall da 90 cavalli ciascuna per mezzo di due ingranaggi conici trasmettono simultaneamente il movimento ad una dinamo Helvetia a corrente alternata a tre fasi. Una linea a tre conduttori della lunghezza di 1500 metri porta la corrente a 3000 volt all'officina di città dove trovansi due trasformatori che la riducono in corrente alternata ordinaria a basso potenziale per l'illuminazione pubblica, e sono pure stati impiantati due motori-dinamo che trasformano la corrente da alternata in continua per la illuminazione privata e per la distribuzione di forza.

Impianto elettrico privato in Vercelli. — La nuova stazione delle tramvie di Vercelli da qualche mese è illuminata a luce elettrica.

L'impianto consta di un motore a vapore di 40 cavalli, che di giorno serve per le macchine dell'officina di riparazioni, e di una dinamo costruita dal Tecnomasio Italiano, la quale può funzionare sia in serie per alimentare direttamente le lampade, sia in derivazione per caricare una batteria di accumulatori che fornisce la corrente nelle tarde ore serali e per le prime partenze del mattino.

Industrie elettriche per Messina. — Il console degli Stati Uniti d'America in Messina, Charles M. Cautry, in un rapporto ufficiale asserisce che il gas per l'illuminazione di quella città è di cattiva qualità e di prezzo elevato, e ritiene perciò che una Società d'illuminazione elettrica potrebbe farvi buoni affari. Egli dice inoltre che la locale società di tramvie, la quale esercita oltre 60 chilometri di linea, sarebbe disposta ad adottare l'elettricità come forza motrice.

Segnalazioni elettriche con pallone frenato. — È un sistema di segnalazioni notturne per servizio militare che incontra molto favore ed è già stato adottato nell'esercito inglese e in altri; ne è inventore Eric Stuart di Oxon.

Il metodo consiste nel sospendere un certo numero di lampade ad incandescenza nell'interno di un pallone frenato ad involucro semi-trasparente e nell'aprire e chiudere ad intervalli la corrente fornita da una sorgente qualunque per mezzo di un ordinario tasto telegrafico.

Presso il nostro Genio militare si fanno ora le prove con un apparecchio completo fornito dai

Fratelli Siemens. Il pallone ha il diametro di metri 5.60 ed è formato con tela batista finissima che lo rende perfettamente translucido: il portalampade ha la forma di una scala a piuoli, contiene sei lampade ad incandescenza e viene sospeso verticalmente al centro del pallone. Le lampade, da 16 candele e a 55 volt, sono state espressamente costruite per questo scopo, essendo il filamento di carbone più sottile e il bulbo di forma più sferica che d'ordinario, per diminuire gli strascichi luminosi e rendere più netti i segnali. La corrente è fornita per mezzo di cordoni o da una batteria d'accumulatori o da una piccola dinamo che può essere mossa anche a mano. Il tasto interruttore è a contatti di carbone. Secondo l'inventore, nelle prove fatte in Inghilterra i segnali erano visibili ad una distanza di oltre 25 chilometri.

L'ohm internazionale. — La Casa Siemens e Halske di Berlino e i Fratelli Siemens di Londra avvisano che d'ora innanzi il campionamento dei loro apparecchi di misura sarà fatto non più sull'*ohm legale* ma sull'*ohm internazionale*, quale è stato definito dal Congresso di Chicago. (V. *L'Elettricista*, ottobre 1893, pag. 244).

Nuovi cavi transatlantici. — Fra l'Europa e l'America del Nord presentemente sono in funzione dieci cavi sottomarini; altri due nuovi cavi saranno posati entro quest'anno.

I *Fratelli Siemens* di Londra che hanno già costruito e posato sei dei suddetti cavi, hanno fatto partire alla fine d'aprile la loro nave *Faraday* con a bordo la prima porzione del cavo che sarà posato per conto della *Commercial Cable Co.*, fra Waterville in Irlanda e Canso nella Nuova Scozia. La lunghezza totale del cavo è di 2201 nodi (4077 chilometri); il peso totale è di 5460 tonnellate; il solo filo di rame pesa 495 tonnellate. La posa sarà fatta in due spedizioni; nella prima, già incominciata, verranno fatti i due atterraggi posando in tutto circa 700 miglia di cavo di sponda e di tipo intermedio; la seconda spedizione sarà intrapresa entro il giugno per posare le rimanenti 1500 miglia di cavo di grande profondità.

L'altro nuovo cavo appartiene alla *Anglo-American Co.*, e sarà posato quest'estate dalla *Telegraph Construction Co.*, la quale così è alla sua ottava spedizione di simil genere, avendo essa costruito e posato i rimanenti cavi transatlantici, compresi i primi tre posati negli anni 1858, 1865 e 1866, i quali sono ora fuori di servizio. Il nuovo cavo che congiungerà Valentia (Irlanda) con Heart's Content (Newfoundland) avrà una lunghezza di circa 1850 nodi (3426 chilometri) e sia per la parte meccanica che per quella elettrica sarà probabilmente il miglior cavo finora costruito: il conduttore contiene per miglio una quantità di rame maggiore di quella di alcun altro cavo sottomarino, il che permetterà di raggiungere una più grande velocità di trasmissione, oltre 40 parole per minuto.

Il telegrafo in America. — Lo *Scientific American* annunzia la formazione di un sindacato per la costruzione di una grande linea telegrafica lungo la costa occidentale delle due Americhe. Questa linea partirebbe da Victoria (Colombia inglese) e unirebbe fra di loro: Santiago-Messico e gli Stati dell'America Centrale e del Sud, sul versante del Pacifico.

Rete elettrica sotterranea di New-York. — New-York possiede 2660 kilometri di canalizzazione elettrica il cui sviluppo è di 52400 kilometri di fili telegrafici e telefonici e di 2090 kilometri di conduttori per luce elettrica prodotta da 6790 lampade ad arco e da 26800 ad incandescenza.

La Manganina. — A pag. 301 dell'*Elettricista* del 1892 abbiamo parlato degli esperimenti fatti all'Istituto fisico di Charlottenburg sulla *manganina* che è una lega di rame, manganese e nichel, molto adoperata nella costruzione delle resistenze di precisione.

Ora Sir David Salomons fa notare che in pratica la manganina può essere considerata non magnetica come il rame, ma che la sua limatura è magnetica quanto il ferro. Questo fatto è in generale poco noto; è possibile perciò che i fili finissimi di manganina possiedano proprietà magnetiche, e sarà bene sperimentarli prima di adoperarli.

Ma W. T. Glower smentisce l'asserzione del Salomons e dice che per quante prove egli abbia fatto sulla limatura di manganina vi ha sempre riscontrato una assenza completa di magnetismo.

L'elettricità nella medicina. — Il chimico russo prof. Allorosoff avrebbe fatto una importantissima scoperta, sarebbe riuscito cioè ad arrestare i progressi della cancrena con la semplice applicazione della corrente elettrica alla parte ammalata.

Il prezzo delle lampade ad incandescenza. — Nell'aprile scorso fu tenuta in Berlino una riunione dei principali costruttori di lampade ad incandescenza d'Europa allo scopo di accordarsi sul prezzo delle lampade stesse, e fu stabilito che il minimo prezzo di ogni lampada sia di L. 0,94 per i consumatori diretti e di L. 0,83 per i rivenditori.

La lotta fra il gas e l'elettricità. — Un conflitto di nuovo genere fra i due sistemi d'illuminazione si sta svolgendo in Irlanda a Killarney, che per ora può vantarsi d'essere la città meglio illuminata.

Avvendo il municipio accettata la proposta di una società d'elettricità, questa si è affrettata ad

eseguire l'impianto elettrico per tutta la città: la società del gas, che fino ad ora aveva avuto il monopolio della illuminazione, continua imperturbabile ad accendere i suoi fanali. Così i cittadini godranno della doppia illuminazione finchè il tribunale non abbia deciso a chi spetti cedere il campo.

Illuminazione elettrica delle vetture di ferrovia. — In seguito agli esperimenti fatti dalla Amministrazione delle Poste di Germania, la quale ha disposto che tutte le sue vetture di ferrovia siano illuminate elettricamente con accumulatori Boese, li stessi che adopera per il servizio telegrafico, anche l'Amministrazione delle ferrovie austriache ha deciso di adottare quel tipo d'accumulatore per l'illuminazione delle sue vetture.

Impianto a correnti polifasi in Austria. — Una piccola stazione centrale con sistema a tre fasi è stata ultimamente impiantata presso Erding, piccola città dell'Austria di circa 3000 abitanti. Una derivazione dal fiume Sempt alimenta una turbina orizzontale che sviluppa 60 cavalli di forza, alla velocità di 35 giri, e muove mediante cinghie un alternatore di 40 chilowatt, unito direttamente alla sua eccitatrice. L'alternatore produce una differenza di potenziale di 1500 volt, e una corrente massima di 15 ampere in ciascun circuito con la frequenza di 50 periodi per secondo.

La linea dalla stazione ad Erding ha la lunghezza di circa 3 chilometri; i tre fili di rame sono sostenuti da isolatori ad olio su 81 pali dell'altezza di 12 metri. Oltre ai soliti parafulmini a filo messi ad ogni cinque pali, la linea è protetta alle due estremità da speciali scaricatori a lastra di carbone.

I tre fili fanno capo a cinque trasformatori i cui circuiti secondari sono uniti in quantità e costituiscono il circuito di distribuzione. L'illuminazione stradale è fatta con 97 lampade da 16 candele e 6 lampade ad arco da 12 ampere; gli impianti privati comprendono altre 500 lampade ad incandescenza e pochi motori elettrici.

Riscaldamento elettrico delle vetture di tramvia. — L'esperimento fatto durante due inverni ha dimostrato la convenienza di riscaldare elettricamente le vetture delle tramvie che fanno uso dell'elettricità come forza motrice, e al presente negli Stati Uniti oltre a 200 linee di tramvie sono in tutto o in parte fornite di riscaldatori elettrici. La spesa è alquanto superiore a quella che si ha col riscaldamento a carbone, ma lo spazio che resta disponibile col sistema elettrico compensa tutto il costo della corrente consumata pel riscaldamento.

Il prezzo dell'energia elettrica a Berlino. — Le stazioni d'elettricità di Berlino, dal 1° aprile hanno abbassato il prezzo del chilowatt-ora da L. 0,25 a L. 0,225. Ciò farà certamente aumentare il numero dei motori elettrici, che è già abbastanza rilevante, essendone ora in azione 358, per una forza complessiva di 1200 cavalli.

Questi motori sono così suddivisi per le varie industrie:

	Motori	Forza in cavalli
Ascensori	64	370
Ventilazione e riscaldamento	103	130
Stamperie e cartolerie . .	78	287
Lavorazione dei metalli . .	24	106
Lavori in legname e cuoio	6	30
Macellerie.	10	42
Lavatoi, filande, telai . .	35	94
Varii	38	141

Tramvia elettrica a Lione. — È la seconda apparizione che fa il sistema Thomson-Houston in Francia sulla tramvia testè inaugurata fra Lione e Oullins. La stazione centrale comprende due macchine a vapore Piguet da 150 cavalli e due dinamo quadripolari Thomson-Houston. La condutture è aerea. Ogni vettura è munita di due motori ed è illuminata da 5 lampade ad incandescenza, tre nell'interno ed una per ciascuna piattaforma: al presente prestano servizio otto vetture ciascuna delle quali può trasportare 50 viaggiatori.

Tramvia elettrica di Amburgo. — Inaugurata da poco tempo, la trazione elettrica in Amburgo è per ora limitata alla tramvia che circonda la vecchia città. La linea è costruita secondo il sistema Thomson-Houston, che in Germania è già stato applicato sulle tramvie di Brema, è a doppio binario, ed ha una lunghezza di 9 chilometri con pendenze del 6,6 °/₀. Vi sono in servizio 14 vetture, ciascuna delle quali può contenere 30 persone ed è illuminata con cinque lampade ad incandescenza.

I conduttori di rame di mm. 8,25 di diametro stanno a 6 metri d'altezza sulle rotaie sostenuti o da fili trasversali appoggiati alle case o a pali di ferro, ovvero da mensole applicate ad eleganti candelabri che sono posti tra i due binari e servono anche per sostegno alle lampade elettriche dell'illuminazione pubblica.

La corrente è fornita dalla stessa stazione centrale che serve per la illuminazione della città; la distribuzione essendo fatta col sistema a tre fili alla pressione di 300 volt, mentre la tramvia richiede la corrente a 600 volt, nella stazione centrale si sono impiantati due trasformatori Schuckert da 170 cavalli, che provvedono al raddoppiamento del potenziale.

Quanto prima la trazione elettrica sarà estesa ad altre due linee di tramvia, per un percorso totale di circa 21 chilometri.

Trazione elettrica con accumulatori. — La compagnia delle tramvie a cavalli di Berlino ha impiantato una stazione di accumulatori per esperimentare questo sistema di trazione sopra alcune delle sue linee.

Tramvia elettrica di Zurigo. — Nel mese scorso è stata aperta al pubblico servizio in Zurigo una linea di tramvia elettrica, che ha la lunghezza totale di km. 4,600; il percorso è abbastanza accidentato, la pendenza massima raggiunge il 6,2 °|₀.

Le vetture possono contenere 26 viaggiatori e a vuoto pesano 4 tonnellate; ciascuna è munita di un motore Oerlikon da 18 cavalli.

La conduttura è aerea, con filo di rame di 7 mm. sostenuto a 6 metri dal suolo da pali di legno e di ferro: le rotaie servono per il ritorno della corrente.

Nella stazione centrale due macchine a vapore verticali Compound, da 90 cavalli, muovono per mezzo di cinghie due dinamo Oerlikon, che alla velocità di 450 giri al minuto dànno 66 chilowat a 550 volt.

Una batteria d'accumulatori Tudor della capacità di 245 ampere-ora è posta in derivazione sulle dinamo e fornisce una parte di corrente nei momenti di maggior lavoro, giacchè mentre la corrente media è di 90 ampere, l'intensità massima raggiunge i 200 ampere.

La trazione elettrica a New Orleans. — *The Street Railway Review* è una splendida rivista mensile di gran formato, che si pubblica a Chicago, e si occupa principalmnnte di tutto quanto si riferisce alle tramvie, con una ricchezza di incisioni che è affatto sconosciuta ai migliori periodici del nostro vecchio mondo. Il fascicolo di aprile contiene una lunga descrizione di New Orleans, la capitale della Louisiana, dove la trazione elettrica sta per fare la sua apparizione sulla estesissima rete di tramvie della città.

La corrente viene fornita da una società d'illuminazione elettrica, la quale completa il suo impianto con altre quattro dinamo, due da 500 e due da 200 chilowatt; la trasmissione è interamente aerea e comprende 193 chilometri di linea a trolley, con altri 201 chilometri di linea per fili alimentatori: i pali di sostegno sono per la maggior parte di pino, solo per un percorso di 6 chilometri sono di ferro, con isolatori di vetro. Il ritorno della corrente è fatto dalle rotaie. Il materiale mobile è costituito da 400 vetture a due motori e da 50 altre vetture ad un solo motore.

Meccanismo per rimettere in moto le vetture. — Sulla tramvia Londra-Deptford è in uso da molto tempo, con risultati molto soddisfacenti, l'apparecchio Verecker-Yeatt nel quale l'energia di una carrozza che viene fermata è immagazzinata in modo da utilizzarla nel rimettere in moto la vettura stessa.

Una forte molla a spirale, lunga m. 1,50, è collegata con una catena continua la quale si avvolge incrociata sopra due tamburi, folli sui due assi della carrozza: due nottolini mossi da un meccanismo a disposizione del cocchiere rendono solidali l'uno o l'altro dei tamburi col rispettivo asse. Quando si vuol fermare la vettura si fa tendere la molla dall'asse anteriore; fermata la carrozza, resta ingranato anche il secondo nottolino e quindi la catena non ha alcun effetto sugli assi tendendo a farli girare in verso contrario; ma al primo sforzo di trazione si libera il nottolino anteriore ed allora la catena, tirata dalla molla, agisce sulle ruote posteriori nel verso del movimento.

Il meccanismo è applicabile a qualunque sistema di trazione; esso è molto semplice e sta interamente al disotto della vettura, cui si applica senza alterazioni di importanza.

Gelatina per accumulatori. — Un modo, consigliato da Schoop, di preparare della gelatina per gli accumulatori così detti *a secco*, è il seguente. Si prende: acido solforico del peso specifico di 1.22, silicato di soda diluito del peso specifico di 1.20 e cartone d'amianto.

Nell'acido solforico, diluito in proporzione di 3/4 d'acqua distillata e 1/4 d'acido, si fa macerare il cartone d'amianto finchè sia ridotto in pasta omogenea, quindi vi si aggiunge il silicato e si versa la soluzione ancora liquida nei recipienti dove già si trovano le placche di piombo dell'accumulatore.

Dopo 24 ore il liquido si è rappreso e resta poi costantemente gelatinoso e per conseguenza gli accumulatori sono trasportabili senza bisogno di soverchia cautela.

Per ottenere una buona gelatina, è condizione essenziale che l'acido solforico sia esente di impurità, quali il platino, l'arsenico, l'antimonio, ecc.; e che il silicato di soda sia sottoposto a qualche processo chimico per espellerne il cloro che vi si trova sempre combinato.

Errata-corrige. — A pag. 137, linea 4, leggasi *1847* invece di *1874*.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All' ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

ANNO III. — 1° Luglio 1894 — NUM. 8.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

DIRETTORI:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

PRINCIPI FONDAMENTALI

DELLA TEORIA DEI CIRCUITI MAGNETICI

E LORO APPLICAZIONE

(Continuazione, vedi pag. 148).

Campo generato da correnti elettriche.

6. — Non sempre il magnetismo di un campo riconosce per sua origine la presenza di magneti; esso può provenire anche da sistemi di correnti elettriche. Vediamo che cosa avviene in tal caso.

Cominciamo a supporre che in uno spazio sottratto all'influenza di magneti agisca una corrente elettrica di intensità i, circolante in un conduttore rientrante (come deve essere sempre), e di sezione infinitesima, cioè in un circuito lineare. Le esperienze di Ampère, Weber, ecc. provano che questa corrente genera intorno a sè un campo magnetico di natura affatto identica a quello generato dai magneti; se, come abbiamo supposto, lo spazio circostante è vuoto di sostanze magnetiche, non vi è in alcun punto distinzione fra **B** ed **H**. Forza e induzione magnetica si confondono in un unico vettore (intensità del campo) che gode quindi delle proprietà particolari dell'una e dell'altra, cioè ammette un potenziale e soddisfa all'equazione di Laplace.

Occorre però notare una circostanza importantissima, cioè che il potenziale non è qui più una funzione monodroma come prima, bensì una funzione multiforme; questo potenziale in un punto qualsiasi è espresso da $V = \omega i$, essendo i l'intensità della corrente, e ω l'angolo solido (preso con un certo segno) secondo cui da quel punto si vede il circuito.

Ora all'angolo ω, come a tutte le funzioni trigonometriche di simil genere, è permesso aggiungere 4π quante volte si vuole, in modo che per ogni punto il potenziale V ha infiniti valori ognuno dei quali differisce dal successivo di $4\pi i$. Ciò non impedisce che siano determinate in modo unico tutte le derivate di V, e quindi l'intensità del campo, poichè nelle derivazioni i termini $4\pi i$ scompaiono.

La forza magnetomotrice agente lungo una curva s è data dall'integrale $\int \frac{\partial V}{\partial s} ds$, ossia dalla variazione totale subita da V allorchè percorrendo la curva si passa da uno dei suoi termini all'altro; questa f. m. m. non è funzione della sola posizione degli

estremi, poichè in questi V non ha un valore unico e determinato, ma anch'essa, può, variando il percorso della curva fra gli stessi estremi, essere aumentata o diminuita un numero qualsiasi intero di volte della quantità $4\pi i$.

La f. m. m. agente lungo una curva chiusa non è sempre zero, ma è della forma $M = 4\pi k i$; per determinare il numero k si traccia una superficie avente per contorno la data curva, e vi si stabilisce su la faccia positiva e negativa; se si conta il numero delle volte che la corrente attraversa la superficie, prima dalla faccia negativa alla positiva, poi dalla positiva alla negativa, e si fa la differenza, si ottiene k, che è sempre un numero intero. Si osserverà che $k i$ rappresenta appunto la quantità totale di elettricità che in un secondo passa dalla faccia negativa a quella positiva della superficie; indicando con q questa quantità, si ha $M = 4\pi q$. Il segno di M viene determinato tenendo conto della regola di Maxwell o di altra consimile.

Supponiamo ora di avere un numero qualsiasi di circuiti elettrici lineari: si ottiene un campo la cui intensità è in ogni punto la risultante delle singole intensità che si avrebbero per effetto dei varii circuiti presi isolatamente.

Questa intensità per conseguenza gode in ogni punto delle solite proprietà, soddisfa all'equazione di Laplace, e ammette un potenziale che è una somma di funzioni multiformi, le quali sono i potenziali dovuti ai varii circuiti e si calcolano come è stato detto.

Tutto ciò vale ancora quando il numero dei circuiti lineari diventi infinito, cioè quando si abbiano correnti elettriche circolanti in conduttori di sezione finita, e quindi correnti ripartite comunque nello spazio. Per fare i calcoli si dovranno eseguire integrazioni invece di somme ordinarie.

In ambo i casi la f. m. m. agente lungo una curva aperta si deve calcolare facendo la somma o l'integrale delle f. m. m. singole che sarebbero dovute alle varie correnti elementari che compongono il sistema, le quali f. m. m. singole si determinano per mezzo dei potenziali nel modo indicato; la f. m. m. agente lungo una curva chiusa ha invece per espressione $M = \sum 4\pi q$, oppure $\int 4\pi dq$. Anche qui la quantità $\sum q$ oppure $\int dq$, rappresenta sempre la quantità totale di elettricità che in un secondo attraversa nel senso positivo ogni superficie avente per contorno la curva; indicando con Q questa quantità, che può chiamarsi il flusso elettrico totale attraverso la curva data, si ha $M = 4\pi Q$.

7\. — Infine veniamo al caso più generale possibile, in cui si ha insieme un sistema di correnti e un sistema di magneti, ad agire nel campo.

Allora in ogni punto si può calcolare la forza magnetica $\mathbf{H}_0$ e l'induzione $\mathbf{B}_0$ che sarebbe dovuta al sistema dei magneti agenti da soli, e si può calcolare l'intensità del campo $\mathbf{F}$ che sarebbe dovuta al sistema delle correnti; se si prende la risultante di $\mathbf{H}_0$ e di $\mathbf{F}$, si ottiene in questa risultante, che noi simboleggiamo con $\mathbf{H} = \mathbf{H}_0 + \mathbf{F}$, la forza magnetica del campo generato dall'azione simultanea dei due sistemi; e parimente nella analoga $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mathbf{F}$ l'induzione magnetica di questo stesso campo.

Così, conoscendo il sistema delle correnti e quello dei magneti, il campo può essere tutto calcolato. È evidente che poichè $\mathbf{B}_0 = \mathbf{H}_0 + 4\pi \mathbf{I}$, sarà anche $\mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi \mathbf{I}$; poichè $\mathbf{B}_0$ ed $\mathbf{F}$ soddisfano in ogni punto dello spazio, compreso quello occupato dai magneti, all'equazione di Laplace, vi soddisfa anche $\mathbf{B}$; poichè $\mathbf{H}_0$ ed $\mathbf{F}$ ammettono dei potenziali V_0 e V_1 anche $\mathbf{H}$ ammetterà un potenziale $V = V_0 + V_1$, il quale è una funzione multiforme poichè tale lo è V_1.

E siccome **B** soddisfa all'equazione di Laplace, si può asserire che:

Il flusso magnetico attraverso una superficie chiusa risulta sempre nullo, e quello attraverso una superficie aperta è funzione del solo suo contorno.

La f. m. m. agente lungo una curva non rientrante si calcola facendo la somma delle singole f. m. m. dovute a tutti i magneti e a tutte le correnti che agiscono sul campo; ma, se la curva è rientrante, la porzione di f. m. m. dovuta ai magneti è nulla, e l'altra si riduce all'espressione $4\pi Q$, definita qui sopra. Quindi in ogni caso:

La f. m. m. agente lungo una curva rientrante è sempre uguale a 4π volte il flusso elettrico abbracciato da questa curva, e non dipende affatto dalla presenza eventuale di magneti nel campo.

È impossibile peraltro calcolare la f. m. m. lungo una curva aperta senza conoscere in tutti i suoi elementi il sistema delle correnti e dei magneti circonvicini.

Magnetizzazione indotta.

8. — Nella maggior parte dei casi che si presentano in natura non si ha che fare con magneti permanenti, cioè dotati di una magnetizzazione fissa e determinata, e quindi capace di essere conosciuta, come si era fin qui supposto, a priori; in generale i magneti sono variabili, cioè la loro magnetizzazione è modificata dall' intensità del campo in cui sono immersi, e, bene spesso, ne dipende del tutto.

Evidentemente i risultati a cui siamo giunti sono valevoli interamente anche per i magneti variabili; solamente nell'applicarli bisogna tener conto che **I** non è più per questi magneti una costante data, ma varia in funzione di altri elementi. Il caso più importante da considerare è quello in cui il magnetismo dei magneti variabili è interamente, o quasi interamente generato, o, come dicesi, indotto dal campo in cui sono immersi.

Questo fenomeno si verifica con certe sostanze speciali; noi vediamo infatti che alcuni corpi, introdotti in un campo magnetico, si magnetizzano essi stessi, modificando in conseguenza tutti gli elementi del campo; ora importa di saper calcolare in ogni caso, quando sian noti i dati necessari, i valori di questi nuovi elementi, insieme con quello della magnetizzazione assunta dai detti corpi; in ciò consiste il problema fondamentale nello studio del magnetismo indotto.

Fra i dati che devono essere previamente conosciuti per mezzo dell'esperienza, vi è quello della legge che regola l'intensità di magnetizzazione delle sostanze magnetizzabili. Ora l'esperienza insegna che il valore **I** di questa intensità in ogni punto di una tale sostanza dipende dal valore **H** che ha la forza magnetica contemporaneamente nello stesso punto; ma la legge di tale dipendenza è molto complicata. Si trova anzi che generalmente a complicare tale legge interviene ancora il fenomeno dell'isteresi, per cui su di **I** influisce non solo il valore attuale di **H**, ma anche i valori che ha avuto **H** nei tempi anteriori; un effetto di tale fenomeno è poi questo, che un corpo originariamente isotropo cessa di essere tale allorchè sia stato magnetizzato una volta, acquistando proprietà particolari rispetto a quella direzione secondo cui la magnetizzazione è avvenuta.

Non si può nel calcolo del magnetismo indotto tener conto dell'isteresi, altrimenti otterremmo in ogni caso la magnetizzazione di un corpo espressa in funzione dei suoi stati anteriori, i quali non sono da ritenersi conosciuti.

Per effetto della isteresi il medesimo corpo, introdotto tante volte nello stesso campo, acquista magnetizzazioni sempre diverse, secondo i suoi stati anteriori; quando

non si tenga conto dell' influenza di questi, si ottiene per la magnetizzazione del corpo un valore medio fra quelli realmente assunti nei successivi esperimenti. È di questo che vogliamo fare la determinazione, e quindi supporremo di qui in poi nulla l' isteresi; si capisce che se i risultati che otterremo si vogliono applicare in certi casi in cui l' isteresi ha un effetto determinato, e di cui occorra tener conto, si potrà ottenere ciò mediante opportuni termini di correzione.

9. — Ove si trascuri l' influenza dell' isteresi si trova che in un punto qualunque di un corpo, di sua natura isotropo, **I** ha lo stesso senso e la stessa direzione di **H**, e si può scrivere $\mathbf{I} = \varkappa \mathbf{H}$; $\varkappa$ è un fattore numerico, variabile in funzione di **H**, secondo una legge che per ogni caso particolare è data dall'esperienza, e che conseguentemente si supporrà nota.

Ora, quando si ha in un campo magnetico uno di tali corpi, se in ogni suo punto si conosce il valore attuale di **H**, si può calcolare in conseguenza quello di **I** e quindi si può dedurre anche **B**, ecc. ecc. Ma questo valore di **H** non è già quello stesso, $\mathbf{H}_0$, che si aveva prima dell'introduzione del corpo magnetizzabile, poichè questo corpo, magnetizzandosi, ha generato un proprio campo la cui intensità **H'** in ogni punto si è composta con quella del campo presistente, per dare la risultante **H**. In modo che si hanno le due equazioni

$$\mathbf{I} = \varkappa \mathbf{H}$$
$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_0 + \mathbf{H}'$$

delle quali la prima si estende al solo corpo magnetizzabile, o se si vuole, anche allo spazio vuoto circostante, ammettendo che per questo si abbia $\varkappa = O$; la seconda vale per tutto lo spazio, intendendo sempre il segno $+$ come simbolo di somma geometrica o composizione. Oltre a queste bisogna poi scrivere l'equazione che fa dipendere **H** in ogni punto dalle coordinate del punto stesso e da tutti i dati che determinano il sistema delle correnti e dei magneti permanenti agenti sul campo; e l'equazione che fa dipendere nello stesso modo **H'** dai valori acquistati da **I** in tutti i punti del corpo magnetizzato: tutte queste si scrivono tenendo conto delle relazioni indicate nei paragrafi precedenti.

Si ha allora un sistema di equazioni da cui risultano determinate le incognite richieste; ma la forma di queste equazioni è tanto complicata che salvo rarissimi casi di grande semplicità è impossibile ricavarne anche una soluzione approssimata.

10. — La via indicata dell' antica teoria del magnetismo per risolvere il problema della magnetizzazione dei corpi era appunto questa; essa si prestava alla trattazione di alcuni casi particolari d'importanza teorica, ma era inapplicabile affatto alle questioni pratiche, e ogni qual volta, per rispondere a queste, si tentava di trascurare qualche elemento nelle formole in modo da semplificarle e ricavarne risultati approssimativi, si ottenevano invece risultati completamente falsi.

È stato però osservato che è possibile considerare il problema del magnetismo indotto sotto un altro punto di vista, e ricavare in conseguenza altro sistema di equazioni, sostanzialmente equivalenti a quelle che abbiamo qui sopra indicato, ma senza confronto più semplici, e che fanno fare un passo molto più grande verso la soluzione cercata.

Per mostrare brevemente come si ricavano queste equazioni, supponiamo pure che sul campo che si deve studiare non agiscano magneti permanenti (la cui presenza complicherebbe la quistione, senza aggiungere pratica generalità); si abbia cioè un sistema

di correnti elettriche qualsiasi, purchè di possibile esistenza (quindi correnti circuitali), e in presenza di queste un sistema di corpi magnetizzabili, isotropi, e per ogni punto dei quali sia conosciuta qual funzione è $\varkappa$ di **H**; le correnti possono circolare dovunque, anche nell'interno dei corpi magnetizzabili.

Allora, tenendo sempre fermo che $\varkappa = O$ nello spazio vuoto si ha, che, in ogni punto dello spazio, **I** ha la stessa direzione di **H**, e che

$$\mathbf{I} = \varkappa \mathbf{H}.$$

E siccome $\mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi \mathbf{I}$, si potrà scrivere

$$\mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi\varkappa\mathbf{H} = \mathbf{H}(1 + 4\pi\varkappa)$$

da cui si vede che in ogni punto l' induzione magnetica ha la stessa direzione della forza magnetica. Poichè di qui in poi non intendiamo occuparci che dei casi in cui tutto il campo è occupato da sostanze magneticamente isotrope e libere da isteresi, avremo sempre verificata questa proprietà; nè ci occorrerà più lasciare indicate nelle formole le direzioni della forza e dell'induzione magnetica, ma solamente i loro valori. Quindi invece che coi vettori **B** ed **H** basterà rappresentare quei due elementi con le quantità algebriche B e H.

Avremo anche che le linee di forza e d'induzione si identificheranno completamente in ogni punto, anche nell'interno delle sostanze magnetiche, quindi non sarà più necessario farne distinzione; e si potrà usare promiscuamente per indicarli l'uno o l'altro dei due termini, che nel caso generale non si equivarrebbero se non nello spazio vuoto.

Ciò premesso, osserveremo che, se in ogni punto si conosce $\varkappa$ in funzione di H, sarà conosciuto anche $1 + 4\pi\varkappa$ in funzione, sia di H, sia di B; indicando con μ questo fattore, a cui si dà il nome di *permeabilità magnetica*, avremo

$$B = \mu H$$

e sarà da ritenersi $\mu = 1$ per lo spazio vuoto, cioè non occupato da sostanza magnetizzabile.

Ora per determinare B ed H abbiamo due altre equazioni. Una di esse è l'equazione di Laplace

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = O$$

la quale assoggetta a una condizione i valori delle derivate parziali delle tre componenti di B secondo gli assi, ed è valevole in ogni punto.

L'altra equazione è la nota

$$M = 4\pi Q$$

la quale dice che l' integrale di linea della forza magnetica $\int H_s\, ds$ lungo una curva chiusa qualsiasi è uguale a 4π volte il flusso elettrico totale attraverso la curva stessa.

Dal sistema delle tre equazioni scritte risulta completamente determinata la legge di distribuzione di B e di H nel campo, quando si tenga conto insieme anche della proprietà che hanno B ed H, di annullarsi a distanza infinita.

Anche queste equazioni sono nella maggior parte dei casi impossibili a risolvere; però si può dedurre una serie di teoremi e di risultati generali di grandissimo interesse, i quali, quantunque in generale insufficienti per ottenere la soluzione esattta del nostro problema fondamentale, riescono spesso di grandissimo aiuto per ricavarne una soluzione approssimata, e permettono ad ogni modo di rispondere a un gran numero

di questioni della più grande importanza, il che diversamente non si sarebbe potuto fare senza risolvere completamente il detto problema.

È nell'insieme di questi teoremi che consiste la teoria dei circuiti magnetici.

Legge di similitudine.

11. — Anzitutto possiamo sin d'ora ricavare la dimostrazione di un principio generale la cui importanza è grandissima, e che non di meno viene quasi sempre trascurato. Perciò, prima di esporre le formole dei circuiti magnetici, sarà opportuno insistere alquanto su questo principio, che emerge dalla considerazione dei sistemi magnetici simili.

Si tratta di sapere se due sistemi magnetici diversi possono essere paragonabili fra loro, in modo che risolto il problema della magnetizzazione per uno di essi, lo sia anche per l'altro. Vedremo qui che questa corrispondenza può ottenersi quando siano soddisfatte certe condizioni.

Consideriamo infatti due sistemi Ω_1 e Ω_2 distinti, ma geometricamente simili; ad ogni punto A del sistema Ω_1 corrisponderà in modo univoco un punto A' del sistema Ω_2, e la distanza fra due punti qualsiasi A, B, del primo sarà uguale alla distanza fra i corrispondenti A', B' del secondo, moltiplicata per un certo fattore numerico θ, fisso e determinato (rapporto di similitudine).

Questi due sistemi si intenderanno simili anche magneticamente, allorchè le proprietà magnetiche della materia che occupa due punti corrispondenti dei due sistemi sono identiche, cioè quando, per ambedue questi punti, nell'equazione $\mu = f(B)$, che lega il valore della permeabilità con quello dell'induzione, il simbolo f di funzione è il medesimo. Ciò avverrà in particolare certamente quando la natura di questa materia è la medesima nei due punti. Immaginiamo p. es. che in un punto A del sistema Ω_1 vi sia aria, e nel punto A' del sistema Ω_2 pure aria; nel punto B del sistema Ω_1, ferro, e nel punto B' del sistema Ω_2, ferro della stessa qualità, e così via.

I due sistemi siano magnetizzati per effetto di correnti elettriche circolanti in essi: supponiamo che in tutti i punti corrispondenti A ed A' la corrente abbia anche direzioni corrispondenti, e la densità della corrente nel punto A del sistema Ω_1 sia uguale a $\frac{1}{\theta}$ volte quella che è nel punto A' del sistema Ω_2.

Quando ciò si verifichi, dico che si può, ove sia conosciuta la magnetizzazione di uno dei due sistemi, dedurre anche quella dell'altro; e che, ove si indichi con H, B, μ, la forza, l'induzione, e la permeabilità magnetica in un punto qualsiasi del primo sistema, e con H', B', μ', le quantità corrispondenti nell'altro, noi abbiamo

$$H = H', \qquad B = B', \qquad \mu = \mu'.$$

Inoltre la direzione di H' e B' è la stessa che quella di H e B.

Per dimostrarlo, basta vedere che, ammettendo questi valori di H', B', μ' nel sistema Ω_2, le equazioni generali del magnetismo sono per esso soddisfatte, tutte le volte che H, B, μ sono i veri valori assunti dalla forza, dell'induzione e della permeabilità nel sistema Ω_1, e quindi soddisfano alle equazioni medesime.

Intanto la prima condizione necessaria è che in ogni punto A' del sistema Ω_2 siano i valori di μ' e di B' in quella relazione $\mu' = f(B')$ che è richiesta dalla natura della sostanza magnetizzabile ivi esistente; ma poichè nel punto A corrispondente si ha $\mu = f(B)$, e la funzione f è per ipotesi la stessa nei due punti, ne viene che

l'equazione scritta sarà verificata, quando si prenda, come abbiamo detto, $\mu' = \mu$, e $B' = B$.

Così pure, prendendo anche $H' = H$, sarà certamente verificata anche l'equazione $B' = \mu' H'$, poichè lo è la corrispondente $B = \mu H$.

Se quindi, per tutti i punti del secondo sistema, $B' = B$ è il vero valore della induzione magnetica, sarà anche $\mu' = \mu$ il vero valore della permeabilità, e $H' = H$ il vero valore della forza magnetica.

Ma affinchè questa distribuzione di B' sia possibile, bisogna che B' soddisfi in ogni punto all'equazione di Laplace:

$$\frac{\partial B'_x}{\partial x} + \frac{\partial B'_y}{\partial y} + \frac{\partial B'_z}{\partial z} = 0.$$

Ora si vede facilmente che, se nei punti corrispondenti si fa $B' = B$ in grandezza e direzione, poichè le dimensioni lineari nel secondo sistema sono uguali a quelle corrispondenti nel primo, divise per θ, sarà nei punti corrispondenti

$$\frac{\partial B'_x}{\partial x} = \theta \frac{\partial B_x}{\partial x}; \quad \frac{\partial B'_y}{\partial y} = \theta \frac{\partial B_y}{\partial y}; \quad \frac{\partial B'_z}{\partial z} = \theta \frac{\partial B_z}{\partial z}.$$

Quindi, poichè si sa che

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$$

sarà anche vero che

$$\frac{\partial B'_x}{\partial x} + \frac{\partial B'_y}{\partial y} + \frac{\partial B'_z}{\partial z} = 0.$$

Occorre poi che i valori assunti per H' e B' si annullino a distanza infinita; ma poichè ciò avviene per H e per B, e i punti a distanza infinita nei due sistemi si corrispondono, dovrà avvenire anche per H' e B'.

Dunque la indicata distribuzione di B' e di H' è realmente possibile. Rimane a vedere se essa è veramente quella che sarà dovuta al sistema delle correnti che noi abbiamo supposto agire nel secondo sistema. Affinchè ciò sia, è necessario e sufficiente che, tracciata una qualsivoglia linea rientrante s' nel sistema stesso, e preso lungo essa l'integrale di linea $\int H_s' ds'$ della forza H', questo integrale risulti uguale a 4π volte il flusso elettrico Q' abbracciato dalla linea stessa. Per vedere se ciò è, tracciamo la corrispondente linea s nel primo sistema, e cerchiamo quale sia il relativo flusso elettrico Q.

Poichè le dimensioni lineari stanno come 1 a θ, quindi le aree come 1 a θ^2, se la densità di corrente nei due sistemi fosse la stessa, si dovrebbe avere

$$Q = \theta^2 Q'$$

come si vede subito, riflettendo che Q è la somma di tanti prodotti di una densità di corrente per un'area di superficie.

Ma nel primo sistema la densità di corrente è θ volte nel più piccola che nel secondo, quantunque abbia la stessa direzione; quindi invece che $Q = \theta^2 Q'$, sarà solo

$$Q = \theta Q'.$$

Ora confrontiamo i due integrali $\int H_s' ds'$, e $\int H_s ds$, ovvero $\int H' ds' \cos(H', ds')$ e $\int H ds \cos(H, ds)$, presi lungo le curve corrispondenti s ed s'. Poichè le direzioni di

H' e ds' corrispondono a quelle di H e ds, sarà cos $(H', ds') = \cos(H, ds)$; si ha anche $H' = H$; e poichè le dimensioni lineari nei due sistemi stanno nel rapporto θ, sarà $ds = \theta\, ds'$; quindi

$$\int H_s\, ds = \theta \int H_s' ds'.$$

Ma noi sappiamo che

$$\int H_s\, ds = 4\pi Q.$$

Quindi anche la relazione

$$\int H_s' ds' = 4\pi Q'$$

sarà soddisfatta. Dunque la distribuzione del magnetismo nel sistema Ω_2 sarà appunto quella indicata. Per completarne la conoscenza non c'è che da trovare il valore di I'; ma poichè $B' = B$ e $H' = H$, si vede immediatamente che $I' = I$ in grandezza e direzione.

12. — Abbiamo confrontato due sistemi il cui magnetismo fosse dovuto a correnti, e si sviluppasse solamente attraverso sostanze isotrope. Ma si può estendere la legge ricavata anche al caso di sistemi affatto generali, in cui agiscono magneti permanenti, e siano sottoposte alla magnetizzazione anche sostanze eolotropiche; purchè, sempre, gli elementi del magnetismo permanente, e quelli della eolotropia siano in relazione tale da soddisfare alla similitudine dei sistemi.

In generale possiamo stabilire la legge della similitudine nel magnetismo, dicendo che fra due sistemi simili intercedono i seguenti rapporti.

1. Le dimensioni lineari corrispondenti stanno come $1 : \theta$.
2. La natura magnetica nei punti corrispondenti è uguale.
3. Le densità di corrente stanno come $\theta : 1$, ed hanno la stessa direzione.
4. Le correnti totali o flussi elettrici attraverso superficie corrispondenti stanno come $1 : \theta$.
5. Le forze magnetiche nei punti corrispondenti sono uguali in grandezza e direzione; e così pure le induzioni magnetiche e le intensità di magnetizzazione.
6. Le permeabilità magnetiche sono uguali nei punti corrispondenti.
7. I flussi magnetici attraverso superficie corrispondenti stanno come $1 : \theta^2$
8. Le f. m. m. lungo linee corrispondenti stanno come $1 : \theta$.

Quando siano soddisfatte le prime tre condizioni, le altre seguono di necessità. Onde, se per un dato sistema si è risolto in tutto o in parte il problema del magnetismo indotto, la soluzione ottenuta si potrà applicare senz'altro a infiniti altri sistemi aventi col primo quelle certe relazioni. Constatato che fra uno di questi sistemi e quello dato intercedono i rapporti indicati dai primi tre dei precedenti enunciati, si ricorrerà agli altri cinque per applicare all'un sistema ciò che già si è ricavato per l'altro.

L'utilità grande di questo sistema di confronto è evidente, specialmente quando si tratta di applicarlo nei procedimenti di ricerca sperimentale. Il principio su cui riposa fu dimostrato per la prima volta da Lord Kelvin.

(Continua).

Ing. Giovanni Giorgi.

I MATERIALI MAGNETICI

PER LA COSTRUZIONE DELLE DINAMO.

Il problema del calcolo di una dinamo elettrica si può considerare come un'applicazione della teoria dei circuiti magnetici, la quale ogni giorno riceve maggiore sviluppo, per i lavori importantissimi che intorno ad essa si compiono (1).

La sua soluzione non è ordinariamente difficile, e quelle Ditte che, abbandonando i sistemi affatto empirici, si valsero per la costruzione delle macchine dei metodi basati sui circuiti magnetici, ne trovarono grande giovamento. Chi ha avuto occasione di predeterminare la caratteristica di una dinamo e di costruirla, si sarà convinto che si giunge facilmente ad ottenere le condizioni propostesi, semprechè si possa fare serio assegnamento sulle costanti magnetiche dei materiali impiegati nella costruzione della macchina.

Si può invero notare che l'unica grave incertezza in questo genere di calcoli si incontra quando devesi assegnare un dato valore al coefficiente di permeabilità magnetica μ del materiale che si adopera.

Questi valori di μ che sono variabili colla intensità di magnetizzazione, variano considerevolmente anche per materiali meccanicamente identici. Per queste discrepanze furono eseguiti poderosi studi, molti dei quali portarono a concludere che più che attenersi alle costanti fisiche magnetiche determinate una volta per sempre su certi campioni, era necessario di eseguire le misurazioni volta per volta sui prodotti della Casa fornitrice del materiale di costruzione.

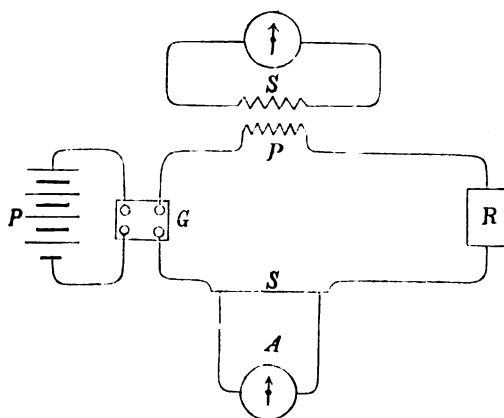



Fig. 1.

A confermare questo fatto giunge a proposito il lavoro sperimentale degli ingegneri Semenza, Clerici e Locatelli, eseguito nell'Istituto elettro-tecnico *Carlo Erba*, sotto la direzione del chiarissimo professore Zunini (2).

I detti ingegneri con un apparecchio quasi identico a quello adoprato dall'Hopkinson (3), hanno cercato quali sono le variazioni dell'induzione magnetica **B** di alcune varietà di ferro in seguito a successivi aumenti della forza magnetizzante **H**, od in altri termini hanno ricercato la legge che rilega **B** con **H**.

La disposizione delle esperienze è veduta nella figura 1ª. In essa *P* rappresenta una batteria di accumulatori, *C* una chiave d'interruzione e d'inversione, *A* un galvanometro con shunt, *R* una cassetta di resistenza e *p* la spirale primaria del rocchetto che determina il campo magnetizzante e nel quale è posto il pezzo di ferro che si vuole studiare. La *s* è la spirale secondaria che sta in circuito permanente con un galvanometro balistico.

Il metodo di misura consiste nel produrre delle variazioni sull'intensità del campo magnetizzante, manovrando opportunamente il reostata *R*, e nell'osservare al galvanometro balistico le corrispondenti deviazioni.

(1) Dott. H. Du Bois: *Magnetische Kreise, deren Theorie und Anwendung*, 1894.
(2) *Il Politecnico* — Aprile 1894.
(3) J. Hopkinson: *Philosoph. Transactions of the R. S.*, vol. 176, II part.

*

Il galvanometro A, conosciuto il numero delle spire p per cm. di lunghezza serve a dare l'intensità del campo magnetizzante **H**; il galvanometro balistico misura le variazioni dell'induzione magnetica **B**.

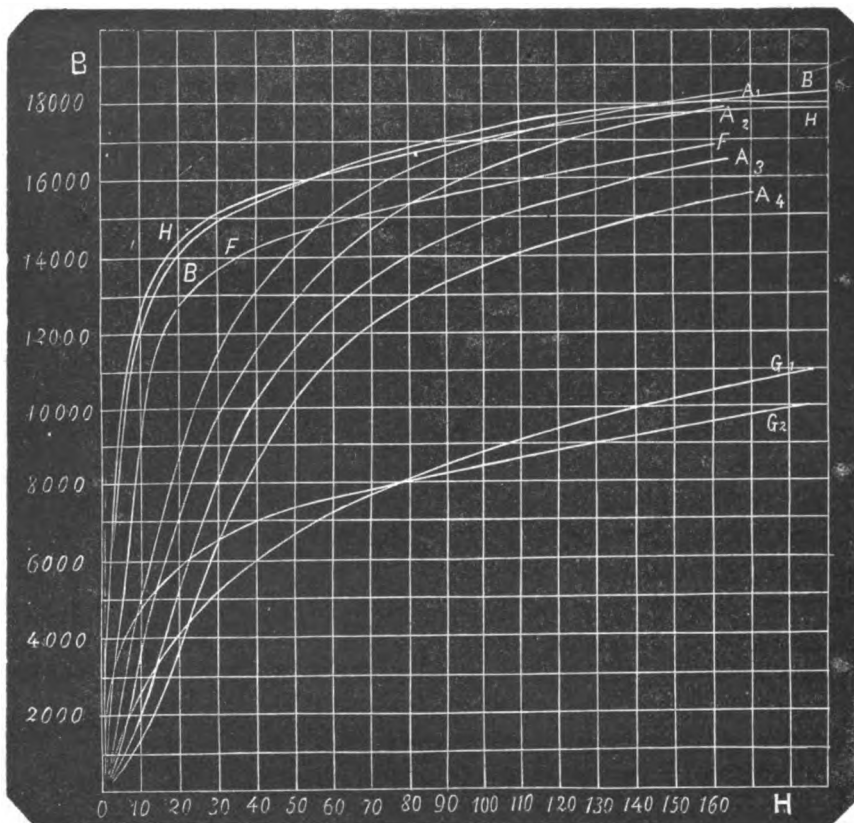
Si ha perciò che l'induzione $\mathbf{B}_i$ corrispondente ad un campo $\mathbf{H}_i$ è data dal sommatorio $\sum_0^i d\mathbf{B}$; in altri termini, se volendo rappresentare il fenomeno geometricamente le **H** sono prese come ascisse, il valore di ciascuna ordinata, rappresentante l'induzione magnetica, è dedotto dalla somma dei successivi valori fino all'ultimo che si considera.

In questa maniera si evitano le cause di perturbamento originate dall'interrompere e ristabilire successivamente la corrente, ma si cade nell'altro inconveniente di avere affetta ciascuna ordinata dalla somma degli errori di tutte le determinazioni precedentemente eseguite.

Fig. 2.

Ciascuna determinazione di **B** è dedotta dall' elongazione δ del galvanometro, ammettendo che esista la semplice relazione

$$d\mathbf{B} = K\delta_b.$$

I risultati sperimentali, per ciò che riguarda la variazione di **B** per valori crescenti di **H** sono riuniti nella figura 2ª e distinti colle curve F, A_1, A_2, A_3, A_4 e G_1.

Le curve A_1, A_2, A_3, A_4 appartengono a quattro campioni di acciaio, forniti dalla Ditta Vanzetti, Sagramoso e C. di Milano ed aventi queste composizioni chimiche:

A_1) Acciaio dolcissimo Bessemer, composizione percentuale media:

Carbonio	0,14
Silicio	0,12
Zolfo	0,05
Fosforo	0,03
Manganese	0,30.

A_2) Acciaio Bessemer semiduro coll'addizione dell' 1 °/₀₀ di alluminio.

A_3) Acciaio Bessemer semiduro coll'addizione dell' 1 °/₀₀ di alluminio e del 20 °/₀₀ di tungsteno.

A_4) Acciaio Bessemer semiduro con addizione dell' 1 °/₀₀ di alluminio e del 10 °/₀₀ di cromo.

La curva F si riferisce ad una qualità di *ferro dolcissimo al carbone di legna delle ferriere Damioli di Pisogne* e la curva C_1 ad una qualità di ghisa, qualificata per *ghisa inglese*. Questi due materiali furono forniti dal Tecnomasio di Milano, ma è da rammaricarsi che essi non sieno scientificamente ben determinati.

Esaminando le curve segnate possiamo rilevare che quelle relative ai quattro campioni di acciaio hanno un andamento speciale aprendosi a ventaglio e per valori piccoli della forza magnetizzante dimostrano deboli variazioni d' induzione. Il ferro dolce si comporta diversamente: la induzione cresce rapidamente sul principio, per assumere dipoi un andamento assintotico che corrisponde alla sua saturazione.

La ghisa raggiunge la saturazione più presto e con andamento più regolare. Considerando questi risultati esperimentali di per se stessi, non si arriverebbe a formarsi una giusta idea della proprietà dei materiali studiati in relazione a quelli che furono adoperati nella costruzione di dinamo e che formarono oggetto dei classici lavori dell'Hopkinson, del Bidwel e di altri.

Ho creduto perciò opportuno di segnare sulla figura seconda almeno le curve ottenute dall'Hopkinson per il ferro dolce (curva H) e per la ghisa (curva G_2) e quella del Bidwel (curva B) per il ferro dolce.

In tal guisa riesce agevole per il pratico di esaminare le differenze tra le varie specie di curve, e fare le proprie deduzioni secondo i diversi materiali.

Le discrepanze che si riscontrano tra i risultati dei diversi esperimentatori dipendono essenzialmente più che dai metodi di misura dalla diversa qualità dei materiali esaminati; ma esse, come abbiamo detto in principio, ci stanno a provare che in questo genere di applicazioni occorre, più che riferirsi alle determinazioni esperimentali altrui, di fare dei saggi propri, quando si ha intenzione nella costruzione di apparecchi elettrici di giungere a risultati pratici molto prossimi a quelli predeterminati col calcolo.

Non si deve per questo disconoscere l'importanza delle esperienze eseguite sui campioni degli acciai della ditta Vanzetti, Sacramoso e C., inquantochè la industria costruttrice nazionale, per quanto sventuratamente modesta, potrà avvantaggiarsene grandemente.

A. Banti.

ESPERIENZE CON UN SISTEMA DI CONDENSATORI

A COIBENTE MOBILE

Il principio, da me dimostrato, della rotazione di un cilindro dielettrico in un campo elettrico rotante (1), mi ha servito di base per alcune ricerche, le quali mi condussero a stabilire che la relazione tra l'energia dissipata W in un cilindro dielettrico e l'intensità F del campo rotante è, nei limiti delle esperienze, della forma

$$W = H F^{1,6},$$

ove H è una costante (2).

(1) L'*Elettricista*, pag. 257 v. I, 1892.
(2) L'*Elettricista*, pag. 170, v. II, 1893.

E poichè F, ritenuto costante il potere induttore specifico del dielettrico sperimentato, è, in ogni punto dello spazio occupato dal dielettrico, proporzionale all'induzione elettrostatica B nel punto considerato (1), si può pure scrivere, detta K un'altra costante:

$$W = KB^{1,6}.$$

Questa formola, analoga a quella con cui Steinmetz rappresenta il lavoro consumato per l'isteresi magnetica nei corpi magnetici (2), concorre a confermare l'idea, già da me manifestata sin dal principio delle mie esperienze, che il fenomeno si debba attribuire ad un'isteresi elettrostatica nei corpi dielettrici.

È pure noto che Steinmetz, sperimentando sopra un condensatore a carta paraffinata inserito nel circuito di una forza elettromotrice alternativa, e misurando l'energia w trasformata in calore nel coibente di quel condensatore in funzione della differenza di potenziale alternativa efficace e fra le armature del medesimo, trovò w proporzionale al quadrato di e (3), ossia, essendo e proporzionale all'induzione elettrostatica B:

$$w = kB\ ,$$

ove k è una costante.

Secondo Steinmetz esisterebbero nei corpi dielettrici due cause differenti di dissipazione di energia, e queste sarebbero un'*isteresi dielettrica statica* (static dielectric hysteresis) ed un'*isteresi dielettrica viscosa* (viscous dielectric hysteresis), corrispondenti, nei circuiti magnetici, la prima all'isteresi magnetica e la seconda alle correnti di Foucault (4).

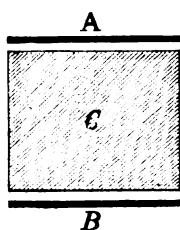



Fig. 1.

A tal proposito Steinmetz osserva che, mentre nelle sue esperienze l'induzione elettrostatica B variò fra 59 e 230 unità elettrostatiche C. G. S., con una frequenza della corrente alternativa uguale a 170, le mie ricerche, invece, furono eseguite con una frequenza uguale a 40, e fra limiti di B notevolmente più piccoli (0,99 e 2,78 unità elettrostatiche C. G. S.). Se quindi, così almeno pensa questo scienziato, l'isteresi dielettrica viscosa varia col quadrato della frequenza e dell'induzione elettrostatica, precisamente come la dissipazione di energia per correnti di Foucault nei circuiti magnetici, mentre l'isteresi dielettrica statica segue la legge dell'isteresi magnetica, la prima potrà essere trascurabile per piccole frequenze e piccoli valori di B, mentre invece gli effetti dell'ultima potranno essere completamente dissimulati dagli effetti dell'isteresi viscosa, per grandi frequenze e grandi valori dell'induzione elettrostatica.

È oggetto di questo articolo la descrizione di un metodo per la produzione di campi elettrici rotanti di notevole intensità e l'esposizione di alcuni risultati ottenuti sperimentando con un apparecchio in cui quel metodo è utilizzato, sopra un cilindro di carta paraffinata.

Per produrre, fra due lastre metalliche affacciate A e B (fig. 1), un campo elettrico di grande intensità, senza dover ricorrere a differenze di potenziali troppo grandi, basta fare, come negli ordinari condensatori elettrici, piccola la distanza fra le due

(1) Trattandosi di spazi occupati in parte da materia la cui costante dielettrica non è uguale alla unità, è ovvio considerare, in luogo della forza elettrica, l'induzione elettrostatica, che è un vettore a distribuzione solenoidale.

(2) Elektrotechnische Zeitschrift, 6 febbraio 1891, p. 63, e 22 e 29 gennaio 1892, p. 43 e 55.

(3) Elektrotechnische Zeitschrift, 29 aprile 1892, p. 227.

(4) The Electrical World, 26 agosto 1893, p. 144.

lastre; oppure, ciò che fa lo stesso, interporre nello spazio compreso fra le medesime un parallelepipedo *C* di materia conduttrice. In quest'ultimo caso, infatti, poichè, per una data differenza di potenziale tra *A* e *B*, l'integrale della forza elettrica lungo una linea che parte da una lastra e termina sull'altra è costante ed uguale a quella differenza di potenziale, e poichè la forza elettrica è nulla in ogni punto di *C*, deve necessariamente risultare grande il valore della forza stessa in un punto qualunque dei due spazi compresi fra *A* e *C*, *B* e *C*. Tali spazi costituiscono allora i coibenti dei due condensatori, le cui armature sono rispettivamente *A* , *C* e *B*, *C*.

Nel caso di un campo elettrico rotante, generato fra due coppie *A*, *B* ed *A'* e *B'* di lastre metalliche incrociate (fig. 2), non è evidentemente possibile, per accrescere l'intensità del campo, avvicinare le quattro lastre l'una all'altra oltre un certo limite. Per produrre campi elettrici intensi mediante differenze di potenziali non troppo grandi, si dovrà allora ricorrere all'artifizio di collocare nello spazio compreso fra le quattro lastre un corpo conduttore, per esempio un cilindro di rame *C*, come è indicato in figura.

Per la generazione del campo elettrico rotante mi sono servito della medesima disposizione di cui ho fatto uso in tutte le mie esperienze precedenti, la quale ha il vantaggio di non richiedere, per la produzione del campo stesso, che una semplice differenza di potenziale alternativa fra due punti fissi (1).

Se si sospende, per mezzo di una bava di seta, nello spazio compreso fra il cilindro *C* e le quattro lastre *A*, *B*, *A'* *B'*, un cilindro cavo *c* di carta paraffinata, questo ultimo incomincia subito a rotare intorno al proprio asse seguendo la rotazione del campo elettrico. E se, mentre il cilindro sta girando in un senso, si inverte la rotazione del campo, anche il cilindro sospeso, dopo essersi rapidamente fermato, prende a rotare in senso inverso.

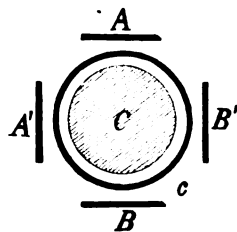



Fig. 2.

Il complesso delle quattro lastre *A*, *B*, *A'*, *B'*, del cilindro conduttore *C* e del cilindro dielettrico *c* può essere considerato come un sistema di quattro condensatori affacciati gli uni agli altri, nei quali il coibente si muove continuamente nel verso in cui si spostano le cariche elettriche sulle rispettive armature *A* e *C*, *B* e *C*, *A'* e *C*, *B'* e *C* dei quattro condensatori in questione.

Nella figura 3 è rappresentato, nella scala di 1/6, l'apparecchio che servì alle mie ricerche, il quale non differisce da quello descritto nei miei articoli sovracitati che per una diversa disposizione delle varie sue parti. In *s* è rappresentata la sospensione bifilare, in *S* lo specchietto piano per la misura con cannocchiale e scala dell'angolo di rotazione, in *M* e *Q* rispettivamente il magnete ed il cilindro di rame elettrolitico destinati a rendere aperiodico l'apparecchio, in *A*, *B* ed *A'*, *B'* le due coppie di lastre di rame incrociate, in *C* il cilindro di rame, di cui abbiamo detto, in *c* il cilindro cavo di carta paraffinata, in *R* il recipiente contenente il cloruro di calcio per l'essiccazione, e finalmente in *Z* la cassa metallica, che racchiude tutte le parti principali dello strumento e serve come schermo elettrico.

Ciò posto, poichè il lavoro *W*, espresso in erg, fatto dalle forze elettriche deviatrici

(1) Nei miei esperimenti la differenza di potenziale alternativa, destinata alla generazione del campo elettrico rotante, era prodotta per mezzo di un grande rocchetto di Ruhmkorff, privato del commutatore ed inserito nel circuito secondario di un trasformatore Zipernowsky, destinato a trasformare, a sua volta, la corrente alternativa fornita, per mezzo di un cavo della Società Piemontese di Elettricità, da una macchina Thury ad alta tensione esistente in una delle Stazioni centrali della Società stessa.

nell'unità di tempo, e l'induzione elettrostatica B, espressa in unità elettrostatiche $C. G. S.$, sono rispettivamente proporzionali alla lettura d in millimetri fatta col cannocchiale ed alla differenza di potenziale alternativa efficace v in volt, alle estremità della spirale primaria del rocchetto, basterà fare, per trovare la relazione esistente tra W e B, per diversi valori di v, le corrispondenti letture d col cannocchiale.

Fig. 3.

Le esperienze, di cui sto per esporre i risultati, furono eseguite alla temperatura di circa 14° centigradi, con una corrente alternativa di frequenza uguale a 40, sopra un cilindro convenientemente essiccato di carta paraffinata, vuoto e chiuso superiormente, del peso di 4,878 grammi, del diametro esterno di 37 mm. dell'altezza di 30 mm. e della grossezza di 1,3 mm.

Nelle prime colonne delle tabelle I e II sono indicati i risultati delle mie esperienze. Nella seconda colonna di ciascuna tabella sono registrate le differenze di potenziali efficaci V, misurate per mezzo di un voltmetro di Cardew preventivamente tarato, esistenti alle estremità della spirale secondaria di un trasformatore Zipernowsky, calcolato per un rapporto di trasformazione di 1 : 4, la spirale primaria del quale era messa in parallelo colla spirale primaria del rocchetto di Ruhmkorff; nella terza colonna sono registrati i valori di v, rispettivamente ottenuti dividendo per 4 le letture sul voltmetro; e finalmente nella quarta colonna sono registrate le letture d fatte col cannocchiale.

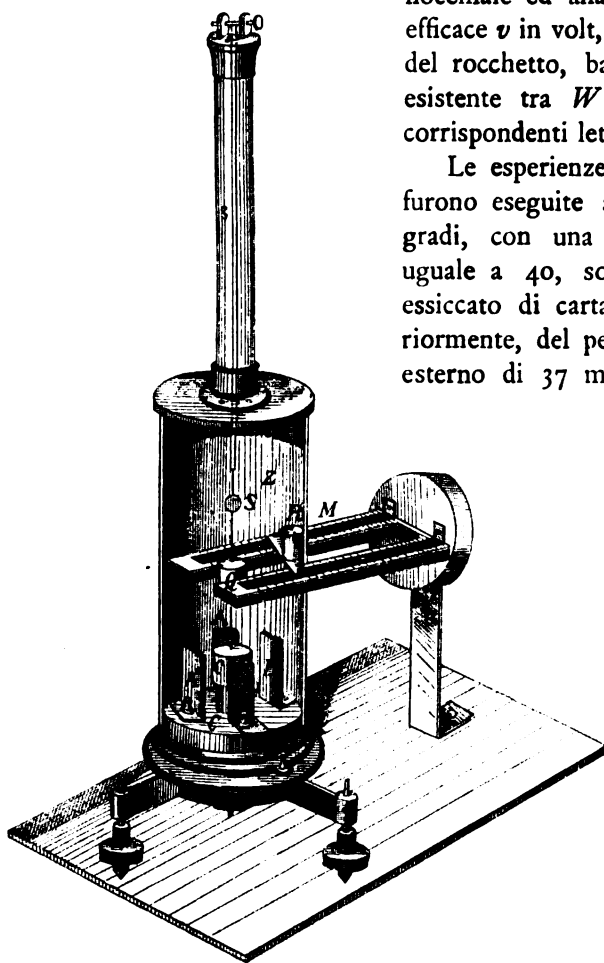



Tabella I.

N°	V	v	d osservato	d calcolato	Δ	= °/o
1	76	19	74	73,79	+ 0,21	+ 0,3
2	80	20	81	81,25	— 0,25	— 0,3
3	84	21	89	89,06	— 0,06	— 0,1
4	88	22	97	97,21	— 0,21	— 0,2
5	92	23	106	106,10	— 0,10	— 0,1
6	96	24	115	114,79	+ 0,21	+ 0,2
7	100	25	124	124,19	— 0,19	— 0,2
8	104	26	134	133,74	+ 0,26	+ 0,2
9	108	27	144	143,48	+ 0,52	+ 0,4
10	112	28	155	153,89	+ 1,11	+ 0,7

Tabella II.

N°	V	v	d osservato	d calcolato	Δ	= °/o
1	40	10	26	24,89	+ 1,11	+ 4,3
2	48	12	35	35,10	— 0,10	— 0,3
3	56	14	46	46,96	— 0,96	— 2,1
4	64	16	59	60,43	— 1,43	— 2,4
5	72	18	74	75,43	— 1,43	— 1,9
6	80	20	90	92,13	— 2,13	— 2,4
7	88	22	109	110,10	— 1,10	— 1,0
8	96	24	130	129,87	+ 0,13	+ 0,1
9	104	26	153	151,22	+ 1,78	+ 1,2
10	112	28	178	173,80	+ 4,20	+ 2,4

Le esperienze compilate nella tabella I si riferiscono a valori di v compresi fra 19 e

28, mentre invece quelle compilate nella tabella II si riferiscono a valori di v compresi fra 10 e 28. E poichè dalla relazione

$$B = \frac{N}{300\,(\lambda - \delta)}$$

ove N è il rapporto di trasformazione del rocchetto, λ la distanza in centimetri fra le lastre e δ il diametro in centimetri del cilindro C, si ricava nel nostro caso in cui $N = 250$, $\lambda = 4,4$ cm., $\delta = 2,8$ cm:

$$B = \frac{V}{1,92},$$

ne segue che i valori limiti di B sono rispettivamente, nella prima serie di esperienze 9,90 e 14,58, e nella seconda serie di esperienze 5,21 e 14,58 unità elettrostatiche C, G, S.

Ponendo

$$\log d = \log h + x \log v, \tag{1}$$

ove h ed x sono costanti, ed applicando il metodo dei minimi quadrati, si ricava, per la prima serie di esperienze:

$$h = 0,274 \qquad x = 1,900,$$

e per la seconda serie di esperienze:

$$h = 0,322 \qquad x = 1,888.$$

Per tali valori di h e di x si ha rispettivamente:

$$\log d = \log 0,274 + 1,900 \log v,$$
$$\log d = \log 0,322 + 1,888 \log v.$$

Con queste formole sono stati calcolati i valori di d, indicati nella quinta colonna delle tabelle precedenti. Le differenze Δ e le differenze Δ percentuali, rispettivamente registrate nelle due ultime colonne delle tabelle stesse, dimostrano che la relazione (1) è soddisfatta, con sufficiente approssimazione, dei valori di h e di x ora trovati. Si potrà quindi scrivere per la prima e seconda serie di esperienze, rispettivamente

$$d = 0,274 v^{1,900}, \quad \text{e} \quad d = 0,322 v^{1,888}.$$

Risulta adunque che, entro i limiti di B fra cui ho sperimentato, la relazione tra l'energia dissipata nel cilindro di carta paraffinata e l'induzione elettrostatica in un punto qualunque del campo elettrico è, a seconda che si considera la prima o la seconda serie di esperienze, della forma

$$W = K' B^{1,900}, \quad \text{e} \quad W = K'' B^{1,888},$$

ove K'' e K' sono costanti.

In un'ultima serie di esperimenti, i cui risultati sono indicati nelle prime colonne della tabella III [1], ho voluto verificare se per la carta paraffinata continua a sussi-

(1) Queste esperienze, eseguite sul medesimo cilindro di carta paraffinata già sperimentato e con lo stesso apparecchio rappresentato nella figura 3, privato del cilindro conduttore C, si riferiscono ad un'altra sensibilità dell'apparecchio stesso.

stere fra limiti di B dello stesso ordine di grandezza di quelli entro cui io ebbi altre volte a sperimentare, la relazione tra W e B allora trovata.

TABELLA III.

N°	V	v	d osservato	d calcolato	Δ	= °/o
1	40	5	42	39,90	+ 2,10	+ 5,0
2	48	6	54	53,90	+ 0,10	+ 0,2
3	56	7	68	69,57	— 1,57	— 2,3
4	64	8	84	86,77	— 2,77	— 3,3
5	72	9	103	105,37	— 2.37	— 2,3
6	80	10	124	125,55	— 1,55	— 1,2
7	88	11	147	146,76	+ 0,24	+ 0,2
8	96	12	172	169,62	+ 2,38	+ 1,4
9	104	13	198	193,80	+ 4,20	+ 2,1
10	112	14	225	218,92	+ 6,08	+ 2,7

Come vedesi, i valori di v sono ottenuti dividendo per 8 le letture V sul voltmetro, il quale era adoperato, in questa serie di esperienze, coll' intermediario di due trasformatosi Zipernowsky aventi rispettivamente un rapporto di trasformazione di 1 : 4 e di 1 : 2.

Nella quinta colonna della tabella III sono registrati i valori di d calcolati con la formola (1) e coi valori di $h = 2,785$ e di $x = 1,654$, determinati col metodo dei minimi quadrati. Le differenze Δ e le differenze Δ percentuali, rispettivamente registrate nelle due ultime colonne della tabella stessa, dimostrano che si può scrivere:

$$d = 2,785\, v^{1,654}.$$

Onde, in tal caso (entro i limiti di B uguali a 0,95 e 2,65 unità elettrostatiche *C. G. S.*), detta K una costante, la relazione tra W e B risulta

$$W = K B^{1,654}.$$

In questa formola, come era a prevedersi, l'esponente di B è dello stesso ordine di grandezza di quello che figura in una qualunque delle relazioni ricavate per altri cilindri dielettrici nelle esperienze pubblicate negli articoli precedenti.

Ing. RICCARDO ARNÒ.

ILLUMINAZIONE ELETTRICA DI JESI

Il 26 maggio, cioè la sera stessa della prima prova, è stato inaugurato l'esercizio della illuminazione elettrica a Jesi con risultato brillantissimo sotto ogni riguardo.

Crediamo opportuno completare con maggiori dettagli i cenni già dati nel nostro fascicolo del 1° gennaio di quest'anno.

L'officina elettrica è collocata a valle della città e precisamente tra questa e la linea ferroviaria, sul canale Pallavicino, dove, a fianco di un vecchio molino è stato appositamente costruito l'edificio delle turbine, colle relative opere di deviazione e presa d'acqua, sfioratore, scaricatore, e canale di ritorno. L'acqua che di giorno serve per il molino, viene utilizzata la notte dalla officina elettrica, e restituita, a mezzo della galleria di scarico, nel canale immediatamente a valle del molino stesso. La portata

del canale è pressochè costante di circa litri 4300 al minimo, ed il salto che si utilizza è di metri 5,15. Sono state impiantate due turbine da 100 cavalli ciascuna del tipo americano a reazione, con regolazione a mano, costruite dalla Casa Calzoni di Bologna; ma è già pronto il pozzo per la posa della terza turbina, che servirà per la terza dinamo di riserva. Le turbine, mediante un ingranaggio a ruote coniche, trasmettono la rotazione a due alberi orizzontali, i quali azionano direttamente mediante giunti elastici Raffard le due dinamo a 360 giri. Le dinamo installate per ora, sono due: hanno la potenzialità ciascuna di 510 ampere alla tensione di 130 volt e corrispondono al tipo J 46, a quattro poli interni, col collettore sulla periferia dell'armatura. Tanto le dinamo, quanto tutto il materiale elettrico impiegato in questo impianto, sono di fabbricazione della Casa Siemens & Halske di Berlino. La corrente prodotta viene portata sotterra mediante grossi canapi Siemens al quadro di distribuzione, dove sopra un'ampia tavola di marmo sono montati i sei grandi commutatori delle dinamo, le resistenze regolatrici dei campi magnetici, le valvole, gli ampermetri, i voltmetri, gli interruttori del circuito pubblico e di quello privato, i commutatori e gl'indicatori di corrente delle lampade ad arco, l'avvisatore della tensione, l'indicatore di terra e gli altri apparecchi accessorii.

È notevole l'ampiezza e l'eleganza della sala delle macchine e l'ordine perfetto che vi si riscontra in ogni dettaglio.

Il sistema di distribuzione della corrente è a tre fili, con circuito indipendente per il servizio pubblico ed un altro speciale per il servizio degli archi ed un terzo ancora per i privati. Vi sono poi sei fili di controllo mediante i quali si verifica in officina la tensione che ha luogo nella città ai punti di erogazione del circuito pubblico e di quello privato.

Il servizio pubblico comprende 360 lampadine ad incandescenza da 16 candele che ardono tutta la notte, e 18 lampade ad arco da 9 ampere delle quali soltanto 8 vengono spente a mezzanotte. L'alimentazione della corrente alle lampadine è effettuata nel modo seguente. Una condottura complessiva formata di tre corde di rame di 70 mm.² porta tutta la corrente al centro della città a circa 860 metri dall'officina e da qui mediante altre condutture principali viene diramata ad altri centri di distribuzione donde si diramano le varie condotture di alimentazione, tutte di egual diametro, che servono i varii gruppi di lampade. In tal modo si è raggiunta una uniformità assoluta di tensione e di luce in tutte le lampade malgrado la forma allungatissima della città e le varie diramazioni dei borghi sparpagliantisi qua e là fino ad oltre un chilometro dal centro. La tensione è di 111 volt per le lampade più vicine e di 109 volt per le lampade più lontane dai centri di distribuzione. Egual sistema di distribuzione e con distinta conduttura è stato proposto per il servizio privato che successivamente verrà a prendere un assai più ampio sviluppo.

Speciale però è la disposizione delle lampade ad arco per le varie esigenze da soddisfare essendo esse in numero di 18 da ripartirsi alternativamente lungo il Corso V. E. in due grandi gruppi dei quali l'uno deve spegnersi a metà notte e l'altro proseguire ad ardere per l'intera notte: inoltre quelle lampade che una sera ardono per tutta la notte, la sera successiva debbono ardere soltanto fino a mezzanotte.

Tutte queste esigenze sono state raggiunte con disposizioni semplici e bene ideate.

Le lampade ad arco sono state disposte su diversi gruppi, i quali mettono capo nel mezzo del Corso V. E. ad un punto centrale, ove, oltre delle resistenze addizionali, è collocato un interruttore per ogni gruppo di lampade.

Questi interruttori servono solo nel caso eccezionale che avvenendo un inconve-

niente qualsiasi in un dato gruppo di lampade, lo si possa riparare anche durante il servizio, senza spegnere tutti gli altri.

Le lampade ad arco sono del tipo a nastro Siemens & Halske e presentano un bel colpo d'occhio trovandosi tutte disposte in un bel rettifilo di circa 800 metri perfettamente allineate sopra una medesima livelletta essendosi appositamente, con una speciale livellazione, evitate le leggiere ondulazioni del Corso V. E. Meno due lampade collocate su candelabri alla piazza del Plebiscito, le altre sono tutte sospese a corde trasversali ad altezze gradualmente variabili da metri 6 a 7,50 da terra. Tali sospensioni sono molto semplici e sono munite di eleganti arganelli per le manovre di abbassamento delle lampade per il ricambio dei carboni.

Il Corso V. E. risulta illuminato con un vero sfarzo di luce variando la larghezza della strada da 10 a 15 e 20 metri e la distanza delle lampade a causa dei croce-via dai 45 ai 55 metri. Si ha dunque una intensità di luce da 1,5 a 2 candele per $m.^2$, illuminazione invidiabile da una città di primissimo ordine. La luce poi che emana da questi archi è così assolutamente fissa e così brillante da avere riscosso la generale approvazione.

La Ditta Moleschott di Roma, che gode in Italia meritata riputazione, ha eseguito l'impianto idraulico-elettrico dell'officina e la distribuzione elettrica in città. L'ingegnere L. Respighi di questa Ditta ha diretto egregiamente tutti i lavori, ed egli ha così dimostrato ancora una volta di avere una competenza tecnica non comune.

Il Municipio corrisponde all'impresa concessionaria rappresentata dall'ing. Icilio Pascali & C. un canone annuo di sole L. 16,000 per la durata di 30 anni. Un tale servizio di illuminazione pubblica viene ora a costare al Municipio poche centinaja di lire di più di quanto spendeva sinora per poco più di 200 lampade a petrolio.

Tutta la rimanente forza disponibile nella officina elettrica rimane a disposizione dei privati i quali per il mite prezzo (1) col quale è ceduta non tarderanno certo ad assorbirla interamente, emancipandosi così dalla disgustosa e non sicura illuminazione a petrolio.

A. Banti.

(1) Il prezzo delle lampade da 10 candele per tutta notte è di annue L. 31.50 ed è di L. 45 per quelle di 16 candele.

BUSSOLA DIRETTRICE-REGISTRATRICE PER NAVI.

Il problema della direzione automatica delle navi è stato spesso studiato, ma fino ad oggi non era stato praticamente risolto. La difficoltà maggiore era di lasciare alla rosa, tanto delicata e sensibile nelle moderne bussole, intera libertà di movimento, pure utilizzando gli spostamenti relativi delle pareti della scatola per rapporto a questa rosa, spostamenti che sono dovuti al girarsi della nave e che debbono correggersi a mezzo del timone.

I nostri lettori sanno come è composta la bussola marina quale fu costruita dal Thomson, ed è ora adottata in tutte le grandi navi.

Nel centro di una scatola cilindrica a coperchio di vetro, mantenuta in posizione orizzontale da una doppia sospensione alla Cardano, trovasi un'asticella portante un perno in iridio. Un disco di carta teso su di un cerchio d'alluminio porta otto aghi calamitati paralleli, e costituisce la rosa; al centro trovasi uno zaffiro che riposa sulla punta di iridio. La posizione degli aghi, al disotto del disco al quale sono legati con filo di seta, assicura l'orizzontalità della rosa. Nei modelli grandi di bussole, la rosa pesa 25 grammi circa: il momento magnetico debolissimo che può avere una rosa così leggiera impedisce, come ben si vede, di valersene per uno sforzo qualunque, che distruggerebbe tutta la sua sensibilità.

Il Bersier, ufficiale della marina francese, ha pensato di usare la scintilla di una bobina di Ruhmkorff per completare il circuito da un punto della circonferenza della rosa ed una delle due lame semicircolari poste intorno ad essa sulla scatola ed

isolate da questa, facendo così funzionare un piccolo motore elettrico che agisce sulla barra del timone.

Ecco come funziona l'apparecchio del Bersier. In una camera situata a qualche metro della migliore bussola di bordo, si trova un'ordinaria bobina di Ruhmkorff alimentata da una corrente media di 2 a 3 ampere. Le correnti indotte arrivano per un conduttore flessibile al perno della bussola, le scintille scoccano da questo punto alla capsula in alluminio che porta lo zaffiro, e seguono un filo d'alluminio formante raggio fino al punto Nord della rosa. La scatola porta una specie di collare fornito da due lastre semicircolari isolate fra loro, la cui linea di divisione coincide con l'asse della nave, cioè con la retta fiduciale che indica la rotta.

Secondo che la nave è a diritta od a sinistra della sua rotta, scoccano delle scintille di circa tre centimetri dal punto Nord della rosa sulla lama di sinistra o di diritta della scatola, e la corrente si porta a qualche metro di là nel circuito di una di due elettro-calamite le quali chiudono il circuito di un piccolo motore di 150 watt per farlo girare a diritta od a sinistra. L'albero di questo motore è solidale con quello del *servo motore* a vapore del timone.

Quando la nave è perfettamente in rotta, le scintille scoccano indifferentemente sull'una e sull'altra delle due lastre ed il motorino elettrico continua a trasmettere successivi movimenti contrari alla barra del timone, precisamente come fa il timoniere. In questa instabilità continua dello zero dell'istrumento risiede la sua grande precisione.

Questo apparato è stato in servizio per due mesi sulla corazzata francese *Nettuno*, ed ha sempre corrisposto con pieno successo. L'indifferenza assoluta della rosa alla scintilla elettrica è stata constatata rigorosamente, e durante le prove la direzione della nave si è mantenuta automaticamente entro i limiti di una frazione di grado (*).

Allorchè l'apparecchio deve essere anche registratore, la scatola è più alta e le sue pareti sono coperte da una fascia di carta che riceve da un meccanismo d'orologeria un movimento ascensionale di ottanta millimetri in quattro ore, il tempo che costituisce la durata di un quarto della guardia. La scintilla elettrica fora in modo assai visibile la carta registrando così tutti i movimenti della bussola, ancora se di brevissima durata.

Questo breve cenno sull'apparecchio del Bersier crediamo sia sufficiente per mettere in luce tutta l'importanza della invenzione. Ben si vede come con disposizioni analoghe facilmente si possono rendere registratori gli apparati i più delicati portando anche le indicazioni a distanza.

U. BAGNOLI.

(*) Presentemente si naviga con l'approssimazione di 1 a 2 gradi, cioè con una deviazione laterale di 12 miglia in un percorso di 480 miglia.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Un sistema di distribuzione d'energia per laboratori *di* LUDWIG BAUMGARDT (*).

È noto quanto interessi il possedere entro un opificio motori, i quali possano ruotare con velocità diverse sviluppando diverse quantità di energia, perchè in tal guisa le trasmissioni del movimento sono non poco semplificate. Fino ad ora coi motori elettrici questo scopo era stato raggiunto, o costruendo sul motore più di un avvolgimento per gli indotti, e quindi più di un collettore e di una coppia di spazzole, oppure introducendo la possibilità di variare a piacere il collocamento dei rocchetti induttori. Questo ultimo sistema è principalmente adoperato nei motori applicati alla trazione.

L'autore propone un terzo metodo molto ingegnoso, il quale risolve il problema cui abbiamo accennato, senz'introdurre nel motore nessun organo di più, che sempre ne aumenta il prezzo di acquisto. Il metodo consiste essenzialmente in ciò: Si accoppiano in serie due dinamo, una delle quali sviluppi una tensione doppia dell'altra, e si tendono sulla linea tre conduttori, uno dei quali sia collegato ai due poli della dinamo, che sono uniti insieme, e gli altri ai due poli liberi. Tutto affatto come nel sistema di distribuzione a tre fili. Il motore ha l'estremità dei due circuiti indotto e induttore, che si possono attaccare a due qualunque dei fili della linea. Così si hanno disponibili tre differenze di potenziale, l'una multipla dell'altra, che chiameremo rispettivamente con E, $2E$, $3E$. Facendo funzionare o indotto o induttore con una o l'altra di queste differenze si hanno varie combinazioni, che danno al motore diverse velocità.

Accoppiando questo sistema agli altri due citati testè, si può giungere ad ottenere un motore suscettibile di ruotare con velocità veramente molto diversa, sviluppando sempre diverse quantità di energia.

L'autore offre anche un esempio numerico, leggendo il quale chi vuole occuparsi del sistema, può formarsene un'idea più completa. F. L.

(*) *Elektrotechnische Zeitschrift.* Heft 16, 1894.

Sistema Renier di chiamata per apparati telefonici in serie, *per* Ludwig Kohlfürst (*).

L'A. descrive l'apparato di Federico Renier, quale trovasi presentemente in funzione in Monaco e che permette di chiamare individualmente ciascuno dei dieci abbonati inclusi in serie sul medesimo filo telefonico senza disturbare gli altri. Il principio su cui si fonda il sistema è questo, che per chiamare uno degli abbonati si manda sulla linea un determinato numero di emissioni di corrente positiva; queste emissioni passano per tutti gli apparati inclusi nel circuito, ma in quel solo apparato che è regolato per quel determinato numero di emissioni una susseguente negativa mette in azione la soneria mediante un relais polarizzato. I. B.

(*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, Heft 14 - 1894.

Fenomeni a cui da origine l'arco elettrico, *per* G. Claude (*).

Fra i vari fenomeni originati dall'arco elettrico l'A. segnala il seguente: Su di un circuito a corrente alternativa di 2400 volt a 80 periodi al secondo s'includono in serie 12 lampade ad incandescenza da 100 volt e 16 candele, un condensatore di 1 microfarad ed un tasto. Se con questo si chiude il circuito si osserva che le lampade si arrossano appena, mentre sollevando il tasto sino a che si formi un arco fra i due contatti, l'intensità luminosa delle lampade aumenta. Il fenomeno sembra strano quando si considera l'arco elettrico come una resistenza, ma l'A. lo spiega ritenendo che la scintilla, che scocca fra i contatti del tasto interruttore, riduce la durata della carica del condensatore ad una piccola frazione di periodo e quindi si aumenta la media dei quadrati della intensità. L. I. L.

(*) *Comptes Rendus*, 1894, n. 2.

Nuovo sistema di trazione elettrica.

L'*Electrical World* del 12 maggio descrive il nuovo sistema di conduttura elettrica per tramvie, inventato da E. H. Johnson e R. Lundell, che si sta sperimentando in New York.

Una sbarra metallica posta al centro del binario corre parallelamente alle due rotaie a livello del piano stradale, incastrata nell'asfalto; essa è divisa in tante sezioni separate fra loro mediante un pezzo di sostanza qualunque isolante. Di fianco al binario si trovano delle scatole con copertura di ferro a tenuta d'acqua, poste pure a livello del piano stradale; per una disposizione speciale di elettromagneti, quando la vettura del tramvia s'avvicina, la conduttura elettrica sotterranea viene messa in comunicazione con una sezione della sbarra metallica suddetta; mediante uno sfregatore portato dalla vettura la corrente passa al motore e quindi alle rotaie, come nei soliti sistemi. Della sbarra centrale riceve perciò la corrente soltanto quella sezione sulla quale transita la vettura, mentre la sezione antecedente e quella susseguente trovansi ad un potenziale praticamente nullo.

La vettura porta un solo motore che trasmette il movimento ai due assi mediante ruote coniche. Sotto ai sedili è disposta una batteria d'accumulatori di grande capacità, sufficiente per fornire la corrente al voltaggio voluto dal motore, che è di 300 volt.

La batteria non viene mai tolta di posto, ma è caricata mentre la vettura lavora e richiede pochissima manutenzione; essa disimpegna parecchie funzioni: cioè alimenta il circuito per un istante nel momento della massa in moto, illumina la vettura, ma sopratutto la rende indipendente in caso di bisogno quando venisse a mancare la corrente principale.

Questo sistema di trazione è in esperimento fino dallo scorso inverno ed ha continuato a funzionare magnificamente anche quando le strade erano coperte di neve e di ghiaccio; si presenta perciò con probabilità di successo a competere coi migliori sistemi conosciuti per risolvere il problema della trazione nell'interno delle città, se, come si assicura, sono rese impossibili le scariche elettriche su chi venisse a toccare il conduttore centrale nella sezione attiva per il passaggio della vettura.

I. B.

Sull'elettricità delle goccie *per* I. I. Thomson (*).

L'elettrizzazione prodotta da goccie cadenti fu già studiata da Lenard, ed i risultati delle sue ricerche sono raccolti in una sua memoria intitolata: « *Ueber die Electricität der Wasserfälle* » (*Wiedemann's Annalen*, 46, pag. 584).

In questa il Lenard mostra che quando goccie di acqua distillata cadono sopra una lastra bagnata di acqua, esse risultano dopo la caduta elettrizzate positivamente, mentre nell'aria intorno si distribuisce una carica negativa; che nessuna separazione elettrica si manifesta fino a che le goccie non hanno battuto contro la lamina; e che l'effetto elettrico con acqua di sorgente è molto minore di quello che si produce a mezzo dell'acqua distillata. Egli attribuisce questi effetti alla formazione di un doppio strato di elettricità sopra la superficie della goccia; la goccia sarebbe ricoperta di elettricità positiva, mentre nell'aria circondante tale superficie vi sarebbe uno strato di elettricità

(*) *Philosophical Magazine*, n. 227. Aprile 1894, pag. 341.

negativa. Quando la goccia batte contro la lamina una parte di questo strato esterno si squarcia lasciando la goccia con una preponderante carica positiva, mentre la corrispondente elettricità negativa si porta nell'aria circondante.

Ora l'A. seguendo metodi del tutto simili a quelli usati dal Lenard, ha voluto eseguire una lunga serie di esperienze relative a questi fenomeni che accompagnano la caduta di goccie, ed esaminare specialmente ciò che accade quando si facciano goccie di liquidi differenti e si facciano cadere in gas diversi.

Come prime esperienze egli sostituì all'aria il vapore acqueo privo completamente di aria e facendovi cadere goccie di acqua distillata non notò alcuna separazione elettrica. Uguale risultato ebbe più tardi facendo cadere goccie di acqua di cloro in atmosfera di cloro. Facendo invece cadere goccie d'acqua nell'idrogeno notò un rovesciamento nel fenomeno; cioè le goccie dopo di aver battuto si palesarono elettrizzate negativamente, mentre una carica positiva si manifestò nell'idrogeno.

I principali liquidi adoperati dal Thomson sono soluzioni più o meno diluite in acqua di acido cloridrico, di acido solforico, di acido acetico, di fenol, di acido iodidrico, di acido ossalico, di cloruro di zinco, di joduro di potassio, di permanganato di potassio, di metile......

Per le soluzioni di acido cloridrico, di cloruro di zinco, di acido ossalico... trovò l'A. che qualunque aggiunta della sostanza diminuisce l'effetto elettrico. Coll'acido solforico notò che una piccola quantità di esso è sufficiente a rovesciare l'effetto, e precisamente per soluzioni diluite moderatamente l'effetto elettrico è opposto a quello dell'acqua, mentre forti soluzioni danno un effetto identico a quello che si ha con l'acqua. Coll'acido iodidrico si ha un effetto molto minore e forti soluzioni sono quasi neutrali. Col perossido di idrogeno, col joduro di potassio, col permanganato di potassio si ha il fenomeno rovesciato.

L'A. ha voluto poi anche esaminare l'influenza della temperatura sulla quantità di elettricità prodotta, e nel caso dell'acqua distillata ha trovato che l'elettrizzazione aumenta al crescere della temperatura. Nel caso della soluzione di rosanilina l'influenza della temperatura è rimarchevole; dapprima al crescere della temperatura si ha un accrescimento di effetto, ma poi diminuisce finchè cambia di segno.

Riguardo all'influenza esercitata dal gas in cui cadono le goccie il Thomson trovò che essa dipende molto dalla natura della soluzione. Così mentre goccie formate con soluzione di fenoli, di acido pirogallico sono elettrizzate positivamente nell'aria, risultano come le goccie d'acqua elettrizzate negativamente nell'idrogeno. D'altra parte per goccie di metile, rosanilina, permanganato di potassio, le quali mostrano un'elettrizzazione negativa nell'aria, nell'idrogeno sono ancora negative, ma l'effetto è di molto accresciuto.

Da questi risultati l'A. crede poter concludere che l'elettrizzazione sviluppata dalle goccie cadenti dipende sia dalla natura del gas circondante la goccia, sia dalla natura della goccia stessa. Vi sarebbe, secondo Lenard, sulla superficie della goccia questo doppio strato di elettricità positiva e negativa in uguale quantità.

Con un gas elettro-negativo come l'ossigeno, l'elettricità negativa di questo doppio strato sarebbe nell'ossigeno quando la goccia è formata con acqua distillata o con una soluzione di sostanza ossidabile, come fenol, acido pirogallico.... Se l'ossigeno è sostituito dall'idrogeno elettro-positivo, l'elettricità positiva è sempre in quest'ultimo (l'A. ha trovato una sola eccezione pel mercurio). Quando le goccie sono formate di soluzioni di sostanze estremamente ossidabili, come il triossido di cromo, il perossido di idrogeno, o di deboli soluzioni di sostanze colorate, come la rosanilina, lo strato positivo sembra essere sempre nel gas, sia ossigeno, sia idrogeno, ma l'effetto è più marcato in questo che non in quello. Questi fatti insieme a quello già notato riguardo all'effetto nullo che si ha facendo cadere goccie d'acqua in vapor acqueo, goccie di acqua di cloro in cloro, mostrano che l'elettrizzazione deve la sua origine ad un processo chimico. Infatti i fenomeni portano alla conclusione che sopra la superficie della goccia viene a formarsi una sostanza, la quale trovasi in uno stato intermediario tra quello di una completa combinazione chimica e di una completa separazione fra il gas ed il liquido formante la goccia: uno stato in cui i componenti hanno cariche elettriche dello stesso segno come in composti chimici propri, ma in cui la connessione fra i componenti è così debole che essi possano facilmente scindersi. Può questo stato riguardarsi come un tentativo di tendenza verso una combinazione chimica piuttosto che una formazione di un composto chimico ben definito, perchè non può supporsi che tale composto si scinda quando la goccia batte contro una superficie bagnata.

Il più grande effetto elettrico appare quando vi è tendenza verso una combinazione chimica. Ciò è dimostrato dalle esperienze che l'A. fece sopra 3 soluzioni di corpi isomeri, quali la resorcina, la pirocatechina e l'idrochinone. Di queste tre sostanze l'ultima è la sola che aumenta l'effetto elettrico delle goccie, e di queste l'idrochinone è il solo che abbia qualche tendenza ad unirsi con l'ossigeno.

La differenza fra la grandezza dei cambiamenti prodotti negli effetti elettrici, quando le medesime sostanze sono disciolte in acqua ed alcool, mostra che l'azione producente l'elettrizzazione è grande-

mente influenzata, se non del tutto determinata, dal solvente. Così il fenol disciolto nell'alcool, secondo l'A., produce un effetto molto minore di quello che produce quando è disciolto nell'acqua.

La conclusione a cui perviene il Thomson in seguito a questi suoi studi, è che l'acqua distillata è una sostanza, la quale lungi dall'essere chimicamente inerte, può al contrario colla sua azione chimica portare dei cambiamenti chimici nel gas dal quale è circondata o in sostanze disciolte in essa, da determinare l'elettrizzazione.

N. P.

CRONACA E VARIETÀ.

Il telefono fra Milano e Monza. — Col 1° dello scorso giugno è stato attivato il servizio telefonico pubblico fra Milano e Monza. La tassa è stabilita in L. 0. 50 per ogni cinque minuti di conversazione. Gli abbonati di Milano e Monza possono essere messi direttamente in comunicazione sulla nuova linea dal loro domicilio, ma vi sono inoltre tre posti pubblici in Milano e uno in Monza dove sono ammessi anche i non abbonati.

Giubileo telegrafico. — Il 24 dello scorso maggio compivano 50 anni dal giorno in cui il telegrafo elettrico funzionò per la prima volta in America, fra Baltimora e Washington. La *Postal Telegrah-Cable Co.* ha celebrato solennemente il giubileo di questo avvenimento coll'inaugurazione del suo grandioso nuovo palazzo in New-York, quello stesso di cui abbiamo dato la descrizione nel numero scorso; 150 impiegati delle principali compagnie telegrafiche americane furono invitati a banchetto, sotto la presidenza del direttore S. W. Mackay.

Telegrafia e telefonia sottomarina. — Due brevetti importanti sono stati conferiti recentemente al prof. M. I. Pupin, del Columbia College, per nuovi sistemi di trasmissione di correnti alternanti o variabili, col mezzo dei quali si possono fare sparire gli effetti dovuti alla autoinduzione e alla capacità di un circuito, e la costante di tempo dello stesso può essere variata. Si sa che l'ostacolo principale che si incontra nella telegrafia rapida e nella telefonia sottomarina a grande distanza consiste nella difficoltà di trasmettere correnti variabili, in un circuito, come quello di un lungo cavo sottomarino, in cui siano considerevoli le azioni della induzione propria, della capacità, e dell'assorbimento dielettrico. Se quindi il sistema proposto si mostrerà praticamente applicabile, saranno per mezzo di esso risolti problemi della più alta importanza, e che sinora erano ritenuti d'impossibile soluzione.

Telegrafia senza fili. — L'*Electrician* di Londra fa osservare, a proposito della questione molte volte discussa della trasmissione di segnali per mezzo della sola terra, senza uso di fili, come non sussista l'obbiezione sollevata da alcuni, che cioè i molteplici messaggi, che, secondo questo sistema, verrebbero ad essere trasmessi attraverso lo stesso mezzo, si confonderebbero necessariamente fra loro. Tutti vedono infatti come lo spazio etereo che ci circonda serve alla trasmissione simultanea di un numero infinito di raggi luminosi in ogni direzione, senza che questi si confondano affatto fra loro. Ma dalla negazione della inerente impossibilità, al riconoscimento della pratica possibilità vi è ancora una distanza molto grande.

La telefonia in Austria. — Il Governo austriaco ha stabilito di congiungere telefonicamente Vienna con Berlino, aggiungendovi una diramazone fino a Linz, e di riunire pure Brünn con Olmütz e con la rete telefonica della Schlesia.

Nuovo impianto telefonico. — La compagnia americana *Southern Bell Telegraph and Telephon Co.* ha inaugurato recentemente il palazzo costrutto per sua sede locale nella città di Atlanta, che per opera della stessa compagnia è stato munita di una rete telefonica sotterranea. Questo impianto è interessante per l'applicazione che vi hanno trovato i più recenti portati della tecnica; notevole sopratutto è il nuovo sistema adottato per gli interuttori automatici, in cui la rottura del circuito è dovuta all'esplosione di un frammento di fulminato di mercurio; simili interruttori sono collocati in tutti i punti di distribuziane.

I cavi della conduttura sono isolati con carta, e contengono 200 fili ciascuno; la loro lunghezza totale nella rete urbana è di circa 50 km. La conduttura sotterranea si estende fino alla distanza di 1500 metri dal centro della città, le comunicazioni continuando di là in poi per mezzo di conduttori aerei.

Induttanza e reattanza. — L'Istituto Americano degli ingegneri elettricisti, nella sua seduta solenne di quest'anno, ha deciso di sostituire i termini *coefficienti di selfinduzione* e *coefficienti di induzione mutua* con gli altri, più appropriati, di *self-inductance* e *mutual inductance*; queste denominazioni, oltre ad

essere più brevi, e quindi più pratiche delle antiche, sono anche più convenienti dal punto di vista scientifico, come lo dimostra l'uso fattone già in scritti d'indole teorica da alcuni scienziati, come Heaviside, a cui per primo si deve la parola *inductance*. Siccome poi da alcuni scrittori questo termine era stato posteriormente usato per indicare quella resistenza induttiva che composta ortogonalmente con la resistenza ohmica dà la resistenza apparente di un circuito percorso da correnti alternanti, per questa quantità è stata coniata la denominazione di *reactance*; termine molto espressivo, e la cui adozione non può essere che vantaggiosa.

Vibrazioni elettromagnetiche. — In una recente seduta della Società fisica di Londra, Ol. Lodge ha letto una conferenza di grande interesse sulle onde elettromagnetiche, assistita da esempi sperimentali. Ha mostrato fra le altre cose l'importanza pratica degli effetti della risonanza; approfittando di questi effetti è riuscito infatti a determinare la formazione di minute scintille fra due conduttori comunicanti con una distribuzione elettrica ordinaria, e quindi a generare un arco voltaico permanente fra i conduttori stessi. Siccome in seguito a una combinazione di circostanze speciali, questo fenomeno può accadere da per sè in un circuito percorso da correnti alternanti, non è impossibile che molti dei corti circuiti che di quando in quando si verificano siano dovuti a questo motivo.

Siccome la risonanza ha maggior effetto nei circuiti la cui area è grande, è da ritenere sotto questo punto di vista come dannosa la regola di tenere distanti fra loro i due conduttori di una distribuzione elettrica.

Il prof. Lodge ha scoperto poi che un contatto imperfetto come quello di un microfono è capace di rispondere per risonanza a deboli oscillazioni elettriche trasmesse da distanza grandissima. Questa scoperta può avere una portata grandissima, servendo di base alla costruzione di avvisatori, capaci di predire l'imminenza di scariche elettriche in punti pericolosi.

Verifica degli strumenti elettrici in Austria. — La commissione austriaca dei campioni normali ha deciso di impiantare nel suo nuovo palazzo un laboratorio per il campionamento degli strumenti elettrici di misura.

L'elettro-chimica in Germania. — L'elettro-chimica sta facendo grandi progressi in Germania, dove esiste già una Società di elettro-chimici, che pubblica un giornale tecnico speciale. Si annuncia ora che per il nuovo anno scolastico saranno impiantate tre cattedre di elettro-chimica nelle Accademie politecniche di Berlino, di Annover e di Aix-la-Chapelle.

Elettrolisi dei composti organici. — Fino ad oggi non si conosceva che l'elettrolisi dei composti inorganici. Pare adesso che anche quelli organici siano suscettibili di trattamento elettrolitico. Il *Chemical Journal* parla di un processo elettro-chimico per l'ossidazione della glicerina, e il *Chemiker Zeitung* rende conto dei perfezionamenti portati da Haus-Sermann al processo Gottermann e Koppert per la riduzione della nitrobenzina e produzione dell'analina per mezzo della corrente elettrica.

Metodo elettrolitico di disinfezione. — Leggiamo nell'*Industries and Iron*, che le esperienze di Worthing non sembrano completamente favorevoli al processo Hermite, nel quale si fa uso di acqua di mare elettrolizzata, come disinfettante, per il trattamento dei rifiuti delle fognature: esse non sono state così concludenti come si poteva sperare dopo le prove anteriori fatte all'Havre, a Lorient e a Nizza. Il dott. G. Kelly nel suo rapporto sulle esperienze di Worthing, riferisce i risultati delle analisi chimiche e batteriologiche fatte rispettivamente dal dott. Dupré, e dal dott. Hein; e senza esaminare la questione del prezzo di rivendita del liquido, fa rimarcare che la distribuzione di questo liquido esigerebbe l'impianto di una canalizzazione estremamente costosa.

Tintura per mezzo dell'elettricità. — F. Goppelsroeder ha per primo dimostrato praticamente che l'indaco può essere ridotto con l'elettrolisi, e ciò fu salutato come una importante scoperta dai tintori, perchè veniva ad eliminare il grave inconveniente dei forti sedimenti che si hanno con gli ordinari processi di tintura all'indaco. Wartha osservava però che il prolungato trattamento elettrolitico dell'indaco è dannoso alle stoffe, arrivando talvolta perfino a distruggerle, e veniva alla conclusione che in pratica il trattamento elettrolitico era inattuabile. Recentemente J. Mullerus ha fatto notare che se la riduzione dell'indaco non riesce soddisfacente a freddo, l'operazione può essere effettuata con pieno successo a caldo. Il Goppelsroeder conferma questa osservazione in un articolo pubblicato nella *Chemiker Zeitung*, XVII, pag. 1633; egli suggerisce il seguente trattamento, che riesce sempre perfettamente. La stoffa da tingersi è impregnata con indaco ridotto in polvere finissima, e viene quindi immersa in una soluzione di soda caustica o di calce e posta in un tino fra due lastre di rame. Facendo passare la corrente fra le due lastre, l'indaco viene ridotto, ed esponendo poi la stoffa all'aria si ottiene in essa una bella colorazione turchina.

Tannificazione elettrica. — A Orbe presso Lausanne, il sig. Groth ha impiantato un officina che comincierà a trattare 300 pelli alla settimana,

secondo il suo sistema. La forza proviene da una caduta d'acqua distante 3 chilometri: due turbine di 300 cavalli sono già in posto. L'energia elettrica trasmessa serve alla tannificazione, all'illuminazione, a metter in moto le macchine dell'officina ed infine alla tramvia elettrica Orbe-Chavarnay.

Scarica temporalesca. — Il *Lancet* di Londra narra di una scarica elettrica *globulare*, da cui sarebbe stato colpito il Dr. Daudois in vicinanza di Linden.

Nuovo filo fusibile. — La questione della protezione di strumenti delicati contro correnti eccessive era rimasta sino ad ora senza soddisfacente soluzione; era stato sempre giudicato impossibile ottenere da un metallo fusibile un filo capace di fondere con certezza sotto una corrente inferiore a 1 amp. Ultimamente la *Independent Electric Co.* di Chicago ha risolto il problema mettendo in commercio un filo fabbricato con una lega speciale, il quale, quantunque assai costoso, soddisfa perfettamente alle condizioni richieste per farne un interruttore fusibile per deboli correnti.

La morte prodotta dall' elettricità. — In una recente comunicazione fatta all'Accademia delle Scienze di Parigi D'Arsonval ha dimostrato che l'elettricità provoca la morte in due modi — 1° per lesione e distruzione dei tessuti — 2° per eccitazione dei centri nervosi, producenti l'arresto della respirazione e la sincope, senza lesioni materiali.

Nel primo caso la morte è definitiva; nel secondo è apparente, e l'essere fulminato può essere richiamato alla vita ristabilendo artificialmente la respirazione con tutti i mezzi che si praticano per gli annegati.

Secondo il Dott. Laborde uno dei mezzi più efficaci consiste nell'esercitare delle trazioni ritmiche sulla lingua.

Ultimamente un uomo, fulminato da una corrente di 4500 volt e 750 milliampere mentre stava posando dei conduttori telefonici a Saint-Denis, fu richiamato ai sensi colla respirazione artificiale praticatagli dopo tre quarti d'ora.

L' illuminazione della grande stazione centrale di New York. — Le 1400 lampade ad incandescenza che servivano alla illuminazione della principale stazione ferroviaria sono interamente scomparse e sono state sostituite da 90 lampade ad arco, da 4 ampere, montate in serie di due su circuiti a 110 volt. Il consumo di corrente che prima era di 700 ampere ora è ridotto a 360 ampere, mentre l' illuminazione è più che quintuplicata.

Esposizione di macchine elettriche. — Dal giugno al settembre di quest'anno si tiene a Buda-Pest una esposizione di dinamo e motori elettrici destinati specialmente alle piccole industrie.

Grande premio per ferrovia stradale. — Nel fascicolo del 1° marzo scorso abbiamo annunciato che la *Metropolitan Traction Co.* di New York aveva aperto un concorso con un premio di L. 250,000 per un sistema di trazione per ferrovia stradale che in pratica si dimostrasse superiore od uguale al sistema elettrico aereo a *trolley*. La stessa compagnia annuncia ora che ha già ricevuto oltre tre mila progetti ma che, non volendo aspettare sia deciso per legge se i *State Railroad Commissioners* possono funzionare da giudici per tale concorso, ritira l'offerta fatta.

L'*Electrical World* stigmatizza questo modo di procedere della suddetta compagnia, la quale ha ritirato la promessa fatta quando era già stato firmato il decreto che autorizzava i commissari ad intervenire come giudici nel concorso.

Produzione dell'alluminio. — La Società per l'industria dell'alluminio a Neuhausen ha distribuito agli azionisti un dividendo annuo di 10 °|₀. Il capitale della compagnia sarà accresciuto da 10 a 11 milioni.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

Dott. A. Campetti: *Sulla influenza del solvente sulla velocità degli ioni.* — N. Cimento. — Maggio, 1894.
Prof. Oreste Murani: *Di un nuovo fotometro.* — Milano, 1894.
Prof. Domenico Mazzotto: *Sui sistemi nodali delle onde elettriche ottenute col metodo di Lecher*, Memoria II e III. — Torino, 1894.
Dott. Luigi Palazzo: *Sulle perturbazioni magnetiche dell'agosto 1893 considerate in relazione colla comparsa delle macchie solari.* — Tipografia nazionale Bertero. — Roma, 1894.
Dott. Adolfo Cancani: *Sulle ondulazioni provenienti dai centri sismici lontani.* — Roma, 1894.
Prof. André Blondel: *Théorie des projecteurs.* — A. Laure, imprimeur-éditeur à Paris, 1894.
Dott. Emilio Oddone: *Inizio di osservazioni sismiche al R. Osservatorio geodinamico in Pavia.* — Milano, 1894.
Dott. U. Ebert: *Die Tesla' schen Versuche.* — Erlangen, 1894.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile.*

L'Elettricista, Serie I, Vol. III, Fascicolo 8°, 1° Luglio, 1894. Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

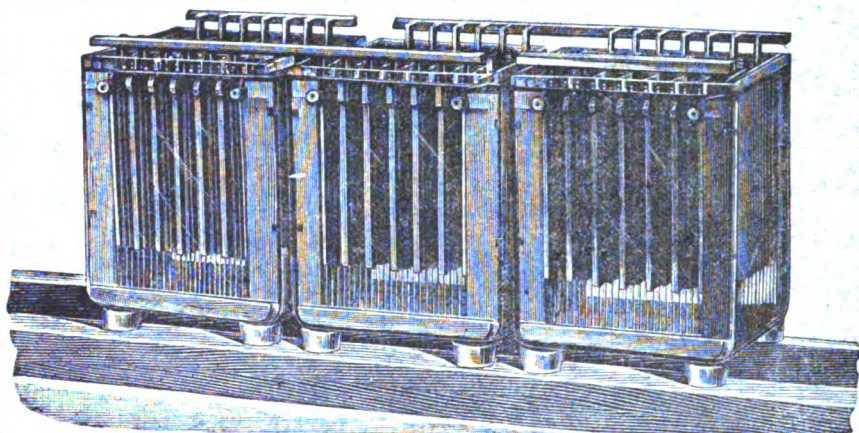
In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

BREVETTO TUDOR

Stabilimento SAMPIERDARENA
Via S. Bartolomeo

Direzione GENOVA
Piazza Portello, 2.

MEDAGLIA D'ORO A PALERMO E GENOVA

L'Accumulatore Tudor funziona da oltre 10 anni senza richiedere spesa di manutenzione.

Egli permette di alimentare da 40 a 100 lampade incandescenti per cavallo effettivo di forza motrice, economizzando dal 30 al 50 °|₀ di combustibile, lubrificazione, e personale.

Domandare progetti, preventivi, cataloghi, referenze, ecc., alla Direzione.

Il brevetto Tudor è applicato in oltre 50 Città e ne funzionano oltre 2000 batterie.

L'Accumulatore Tudor si fabbrica pure a Hagen in Westfalia, Londra, Bruxelles, Vienna, Zurigo e Pietroburgo.

Società Ceramica

RICHARD

MILANO ✶ **Capitale versato L. 3,200,000.**

Fornitrice del R. Governo e delle Società Ferroviarie e Telefoniche

ISOLATORI **IN PORCELLANA DURISSIMA** per condutture elettriche di tutti i sistemi. — **FISSA-FILI** — **TASTIERE** per suonerie ed oggetti diversi per applicazioni elettriche.

VASI POROSI - RECIPIENTI in Grès per PILE

Porcellane bianche e decorate per uso domestico

MILANO	DEPOSITI	NAPOLI
Via Bigli, numero 21		*S. Giovanni a Teduccio*

ANNO III. — 1° Agosto 1894 — NUM. 9.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

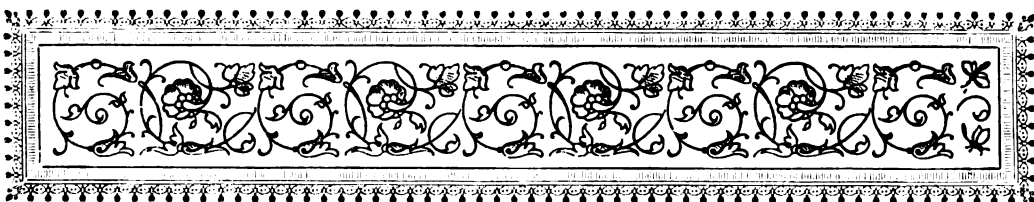
ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

Digitized by Google

SU L'AZIONE DELLE LAMINE MAGNETICHE CIRCOLARI

E DEL MAGNETISMO DI UNA DELLE LORO FACCE, SECONDO L'ASSE

La forza esercitata da una lamina magnetica, circolare, uniforme e di spessore costante, su di un polo magnetico in un punto del suo asse, dovendo essere eguale alla differenza di quelle che dispiegano sul polo stesso i magnetismi delle due facce, e queste due forze dovendo essere una stessa funzione delle distanze rispettive del polo dall'una e dall'altra faccia, è espressa da:

$$F = f(x) - f(x + \varepsilon),$$

rappresentando x la distanza del polo dalla faccia ad esso rivolta ed ε lo spessore della lamina. Trascurando i termini contenenti le potenze di ε superiori alla 1ª, come infinitesimi di ordine superiore rispetto allo spessore infinitesimo della lamina, si ha quindi:

$$F = -\frac{df(x)}{dx}\varepsilon = -\frac{d[\varepsilon f(x)]}{dx}.$$

La detta forza è dunque eguale alla derivata di quella che sul polo stesso esercita il magnetismo della faccia ad esso rivolta, moltiplicata per lo spessore della lamina e preso il prodotto con segno contrario.

Se V rappresenta il potenziale della lamina nel punto occupato dal polo e se l'intensità di questo è $+1$, si ha:

$$F = -\frac{dV}{dx}.$$

Le due funzioni $\varepsilon f(x)$ e V hanno dunque la stessa derivata, e per ciò la loro differenza deve essere costante; ma esse si annullano entrambe per $x = \infty$, dunque devono essere eguali, cioè deve aversi:

$$f(x) = \frac{V}{\varepsilon},$$

che mostra essere la forza esercitata in un punto dell'asse dal magnetismo di una delle facce della lamina magnetica suddetta eguale al quoziente del potenziale della lamina nel punto per lo spessore di questa.

Il potenziale di una lamina magnetica uniforme è dato dal prodotto della sua potenza per l'angolo solido sotto cui dal punto potenziato si vede il contorno della

lamina, e la potenza di questa è il prodotto della densità magnetica su le sue facce per lo spessore; dunque la forza esercitata dal magnetismo di una delle facce di una lamina magnetica circolare, uniforme, in un punto dell'asse, è eguale al prodotto dell'angolo solido sotto cui dal punto si vede il contorno della faccia per la densità magnetica in essa.

Nel centro della faccia questa forza è quindi $2\pi\rho$, denotando ρ la densità magnetica, cioè è indipendente dall'estensione della faccia; e da ciò può inferirsi che una distribuzione uniforme di magnetismo su di una superficie piana, indefinita o comunque limitata, esercita in un punto qualunque della superficie, sul polo 1, la forza $2\pi\rho$, perpendicolare al piano; e che questa forza deve considerarsi dovuta unicamente al magnetismo dell'elemento sottostante al polo.

L'angolo solido sotto cui un cerchio è veduto da un punto qualunque del suo asse è $2\pi(1-\cos\alpha)$, essendo α l'angolo sotto cui dal punto è veduto il raggio del cerchio, e il coseno di quest'angolo è $\frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}$, essendo a il raggio del cerchio; dunque la forza esercitata in un punto dell'asse dal magnetismo di una delle facce di una lamina magnetica circolare di raggio a è:

$$f = 2\pi\rho\left(1 - \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}\right); \tag{I}$$

e quella esercitata sul punto stesso dalla lamina:

$$F = -\varepsilon\frac{df}{dx} = 2\pi\rho\varepsilon\frac{a^2}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} = 2\pi P\frac{a^2}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}, \tag{II}$$

indicando P la potenza della lamina.

La relazione:

$$F = -\varepsilon\frac{df}{dx}, \tag{III}$$

e l'altra, che ne consegue:

$$\frac{dF}{dx} = -\varepsilon\frac{d^2f}{dx^2}, \tag{IV}$$

mostrano che nei punti dell'asse dove la forza esercitata dalla lamina è nulla o infinita, quella che esercita il magnetismo di una delle facce di essa deve essere massima o minima; e che ne' punti in cui la prima di tali forze è massima o minima, la rappresentativa dell'altra deve presentare inflessioni. Tutto ciò non può verificarsi sperimentalmente per la lamina di cui si è trattato, chè la forza da essa esercitata secondo l'asse è nulla solo a distanza infinita e non è massima che nel centro, nel qual punto la forza che esercita una faccia della medesima offre una discontinuità (passando dal valore $+2\pi\rho$, all'altro $-2\pi\rho$); ma se si considera invece una lamina magnetica uniforme, limitata da due circonferenze concentriche, nel qual caso devono pure sussistere le relazioni (III), (IV), la forza esercitata dalla lamina presenta due massimi, uno nel centro e l'altro, di segno contrario, ad una distanza finita, e si annulla in un punto intermedio, e quindi si potrà vedere se in questo punto la forza esercitata dal magnetismo di una delle facce sia massima o minima e se negli altri due la sua rappresentativa offra inflessioni.

Detti a, b i raggi rispettivi della circonferenza esterna e interna, le forze esercitate

dalla lamina e dal magnetismo di una delle sue facce, in un punto situato alla distanza x dalla medesima, sono rispettivamente, secondo le (II), (I):

$$F = 2\pi P\left[\frac{a^2}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{b^2}{(b^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}\right],$$

$$f = 2\pi\rho\left(\frac{x}{\sqrt{b^2+x^2}} - \frac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}\right).$$

La 1ª si annulla per:

$$x = \pm\left(\frac{a^2 b^{\frac{4}{3}} - b^2 a^{\frac{4}{3}}}{a^{\frac{4}{3}} - b^{\frac{4}{3}}}\right)^{\frac{1}{2}} = \pm x_1 \qquad \text{e} \qquad x = \pm\infty,$$

ed è massima nel centro della lamina e alla distanza:

$$x = \pm\left(\frac{a^2 b^{\frac{4}{5}} - b^2 a^{\frac{4}{5}}}{a^{\frac{4}{5}} - b^{\frac{4}{5}}}\right)^{\frac{1}{2}} = \pm x_2;$$

la 2ª è massima alla distanza x_1, e nulla nel centro della lamina e a distanza infinita dalla medesima. Nel centro della lamina poi, alla distanza $x_2 > x_1$ e a distanza infinita la rappresentativa di questa 2ª forza offre inflessioni, annullandosi $\frac{dF}{dx}$, e quindi anche $\frac{d^2f}{dx^2}$, per $x = 0$, $x = \pm x_2$ e $x = \pm\infty$.

Se si indica con k il rapporto del raggio a al raggio b, si ottiene:

$$x_1 = b\left(\frac{k^2 - k^{\frac{4}{3}}}{k^{\frac{4}{3}} - 1}\right)^{\frac{1}{2}}, \qquad x_2 = b\left(\frac{k^2 - k^{\frac{4}{5}}}{k^{\frac{4}{5}} - 1}\right)^{\frac{1}{2}};$$

e i valori corrispondenti delle forze esercitate dalla lamina e dal magnetismo di una sola delle sue facce risultano:

$$F_1 = 0, \qquad F_2 = \frac{2\pi P}{b}\,\frac{\left(k^{\frac{4}{5}} - 1\right)^{\frac{5}{2}}}{\left(k^2 - 1\right)^{\frac{3}{2}}},$$

$$f_1 = 2\pi\rho\left(\frac{k^2 - k^{\frac{4}{3}}}{k^2 - 1}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{k^{\frac{2}{3}} - 1}{k^{\frac{2}{3}}}, \qquad f_2 = 2\pi\rho\left(\frac{k^2 - k^{\frac{4}{5}}}{k^2 - 1}\right)^{\frac{1}{2}}\frac{k^{\frac{2}{5}} - 1}{k^{\frac{2}{5}}}.$$

Nel centro della lamina la forza da questa esercitata è:

$$F_0 = \frac{2\pi P}{b}\left(\frac{1}{k} - 1\right).$$

Mentre dunque, per valore costante del rapporto dei due raggi, i due valori massimi F_0 ed F_2 della forza esercitata dalla lamina sono in ragione inversa del valore dell'uno o dell'altro dei raggi stessi, il valore massimo f_1 della forza esercitata dal magnetismo di una delle facce e il valore f_2 di questa forza nel punto d'inflessione sono indipendenti dai valori assoluti dei detti raggi.

Il rapporto dei due valori massimi della forza F è:

$$\frac{F_0}{F_2} = \frac{\left(k^2 - 1\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(k^{\frac{4}{5}} - 1\right)^{\frac{5}{2}}} \frac{1 - k}{k},$$

e quello fra il valor massimo della forza f e il valore di essa nel punto d'inflessione:

$$\frac{f_1}{f_2} = \left(\frac{k^2 - k^{\frac{4}{3}}}{k^2 - k^{\frac{4}{5}}}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{k^{\frac{2}{3}} - 1}{k^{\frac{2}{5}} - 1} \frac{k^{\frac{2}{5}}}{k^{\frac{2}{3}}}.$$

Per $k = 2$, si ha:

$$x_1 = b \times 0{,}985, \qquad x_2 = b \times 1{,}747;$$

$$\frac{F_0}{F_2} = -5{,}4, \qquad \frac{f_1}{f_2} = 1{,}3.$$

Una lamina magnetica uniforme è equivalente ad una corrente che ne percorra il contorno e la cui intensità, in misura elettromagnetica assoluta, sia eguale alla potenza della lamina; e quindi due correnti circolari concentriche di senso contrario rappresentano una lamina magnetica uniforme limitata dalle medesime. Piegato pertanto un reoforo secondo due circonferenze concentriche e in modo che una corrente le percorra di senso contrario, e disposto sull'asse del medesimo, diretto perpendicolarmente al meridiano magnetico, un ago magnetico cortissimo, sospeso ad un filo di bozzolo su di un cerchio graduato, trasportando il reoforo a diverse distanze dall' ago, si è potuta verificare la legge della forza esercitata da una lamina magnetica uniforme, limitata da due circonferenze concentriche, nei diversi punti del suo asse. I valori relativi della forza nei divevsi punti dell'asse sono espressi dalle tangenti della deviazione dell'ago in essi.

Un filo conduttore isolato, avvolto a spire serrate su di un cilindro, rappresenta, quando è percorso dalla corrente, un insieme di lamine magnetiche, di eguale contorno e potenza, a contatto per le loro facce contrarie; e si comporta quindi, poichè le azioni del magnetismo delle facce a contatto si distruggono mutuamente, come due distribuzioni uniformi di magnetismo, di densità eguale e di segno contrario su le due basi del cilindro. Onde, se questo sia così lungo che, sopra di un polo situato dinanzi ad una delle sue basi, il magnetismo dell'altra non abbia effetto sensibile, l'azione su quel polo si potrà ritenere dovuta unicamente ad una distribuzione uniforme di magnetismo su la base ad esso più vicina. Due cilindri coassiali molto lunghi, avvolti ciascuno da un solo strato di filo, rappresentano quindi, per l'azione su di un polo situato dinanzi ad una delle due basi comuni, quando nei due avvolgimenti circoli una corrente in senso contrario, una distribuzione uniforme di magnetismo limitata dalle due circonferenze di quella base. Così si è potuta verificare la legge della forza esercitata in un punto dell'asse da una tal distribuzione di magnetismo, cioè dal magnetismo di una sola delle facce di una lamina magnetica uniforme limitata da due circonferenze concentriche.

Prof. G. Bongiovanni.

TRASMISSIONI POLIFASI

L'ingegnere F. Scott della Società Westinghouse presentò all' Associazione nazionale per la illuminazione elettrica a Washington i risultati dei suoi studi e delle sue esperienze sui circuiti polifasi. Egli si occupò in particolar modo della scelta del numero più conveniente di fasi da adoperarsi in pratica, e giunse a conclusioni assai importanti, e cioè che le tre fasi sono assai convenienti per la trasmissione delle correnti mentre le due fasi convengono meglio per la distribuzione agli apparecchi di utilizzazione.

Ciò posto, lo Scott si propose di risolvere praticamente il problema di trasmettere le correnti secondo tre fasi, indi convertirle in due per distribuirle: egli risolse assai felicemente questo problema, che è compreso in un problema più generale già studiato da Hutin e Leblanc, servendosi di ordinari trasformatori opportunamente collegati.

Vantaggi delle tre fasi. — I sistemi monofase o bifase richiedono lo stesso peso di rame, mentre pel trifase, cui sono necessari tre conduttori di sezione uguale, occorre il 25 °/₀ di meno per trasmettere l'energia nelle medesime condizioni e con lo stesso massimo di f. e. m.

Un sistema bifase impiantato colla più studiata economia richiede che l' interesse del costo dei conduttori eguagli il valore della energia perduta per l'effetto di Joule: in un sistema a tre fasi la perdita di energia può rimanere la stessa, ma il rame impiegato sarà il 25 per cento di meno.

Un secondo vantaggio importante è che nelle tre fasi la caduta di potenziale dovuta alla autoinduzione è solamente un terzo di quella che si ha nel monofase e nel bifase.

Un terzo ed ultimo vantaggio si ha nel poter ridurre il costo degli isolatori occorrendone solo tre invece di quattro per ogni palo, e quindi diminuire le perdite per cattivo isolamento.

Se venissero adoperate le due fasi con tre soli conduttori mediante l'intervento dei trasformatori in partenza ed in arrivo, giova notare che esse non possono riescire che poco approssimativamente spostate di 90°: per avere le fasi abbastanza esattamente spostate di 90° occorre assegnare ai conduttori di andata dei coefficienti di autoinduzione differenti e di valori non facilmente determinabili in pratica.

Vantaggi delle due fasi. — Una importante differenza fra i due sistemi sta nella diversa influenza che una carica non uniformemente distribuita nei diversi circuiti trifasi, come spesso avviene per l'illuminazione ad incandescenza, esercita sui circuiti stessi.

Ed invero il Forbes, in una pubblicazione sopra la trasmissione elettrica dell'energia sviluppata dalle cadute del Niagara, parlando della regolazione delle dinamo a correnti alternative bifasi e trifasi, espone i risultati di esperienze coi quali resta provato che i circuiti di un generatore a tre fasi variano grandemente di tensione quando non sono egualmente caricati, ed avverte infine che in seguito a queste perturbazioni nei circuiti i direttori della Compagnia abbandonarono il sistema delle tre fasi per la distribuzione.

Se è necessaria l'indipendenza dei circuiti col sistema bifase, ad un circuito può darsi la voluta tensione direttamente dalla dinamo, mentre l'altro può con opportuni apparecchi essere innalzato od abbassato.

Se invece il carico è, come nella distribuzione a tre fasi, separato in tre parti occorreranno apparecchi ausiliari per regolare due circuiti invece di uno solo.

Un altro pregio delle due fasi lo si trova nella riduzione del valore efficace del potenziale per i motori. Per tale funzione sono sufficienti due trasformatori nel sistema bifase, mentre invece se ne impiegano comunemente tre nelle tre fasi.

Un nuovo sistema. — Il metodo enunciato dallo Scott onde potere per mezzo di ordinari trasformatori convertire a seconda del bisogno le due fasi in tre e reciprocamente, si fonda sull'artificio seguente:

È noto che se due forze elettromotrici alternative spostate di fase son connesse in serie, la risultante che ne è la somma vettoriale è alternativa e differisce in generale di fase dalle componenti. In particolare se due f. e. m., rappresentate in direzione e valore dai segmenti AO ed OB (fig. 1ª), differenti di fase di 90°, son connesse in serie, la risultante è rappresentata in direzione e valore dalla ipotenusa AB del triangolo rettangolo AOB.

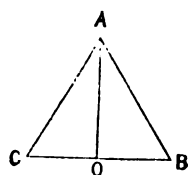



Fig. 1.

Facendo in modo, e questa è condizione necessaria del metodo, che sia $OB = \frac{AB}{2}$ allora risulta $OA = \sqrt{3} \cdot \frac{AB}{2} = \sqrt{3} \cdot OB$.

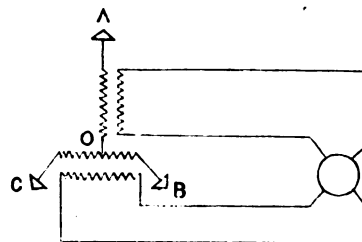
La stessa f. e. m. OA si può pure comporre con OC uguale e contraria ad OB e dalla quale differisce pure di 90°.

La risultante di questa nuova composizione sarà $AC = AB$ in valore ma di direzione differente.

La f. e. m. $BC = BO + OC$ può quindi essere composta con OA in modo tale da dare due f. e. m. risultanti AB ed AC che unite a BC costituiscono tre f. e. m. uguali in valore, ma spostate di 120° come richiede la relazione generale esistente fra le f. e. m. di un sistema a tre fasi. Ciò si ottiene quindi congiungendo in serie la f. e. m. OA con OB ed OC uguali e contrarie e differenti entrambe nella fase di 90° da OA.

Fig. 2.

L'applicazione di questa combinazione di trasformatori è illustrata dalle figure 2ª e 3ª.

Nella figura 2ª abbiamo una dinamo bifase le cui correnti prodotte attraversano le primarie di due trasformatori. Le f. e. m. secondarie sviluppate differiscono quindi nella fase di 90° e sono rappresentate nel diagramma della fig. 1ª da BC ed $OA = \frac{BC}{2} \times \sqrt{3}$.

Se BC ha 100 spire la OA dovrà averne $\frac{100}{2}\sqrt{3}$ cioè approssimativamente 87. Una estremità di OA è unita al punto medio di BC che separa 50 spire per parte. Dalle tre estremità libere A, B, C, potranno dipartirsi, per quanto più sopra si è dimostrato, i tre conduttori della trasmissione a tre fasi.

Se, come mostra la fig. 3ª su ciascuno dei due circuiti primari di una dinamo bifase si hanno 1000 volt, sopra un secondario 100 volt e sull'altro 87, allora la f. e. m. misurata tra due qualunque dei tre morsetti secondari liberi sarà di 100 volt. Questo circuito a tre fasi è adatto quando si vogliano installare motori a tre fasi.

In un impianto di trasmissione dell'energia elettrica le correnti a due fasi date dal generatore possono con questo artifizio essere convertite in correnti a tre fasi come appare

dalla figura 3ª. In allora sarà conveniente che i trasformatori posti vicino alla dinamo, ovvero in partenza, elevino il valore efficace del potenziale per trasmettere l'energia con minori perdite. Le correnti son così trasmesse per tre fasi.

Alla estremità della linea, con disposizione analoga alla descritta, si riduce il valore del potenziale e si convertono le tre fasi in due per distribuire le correnti alle lampade,

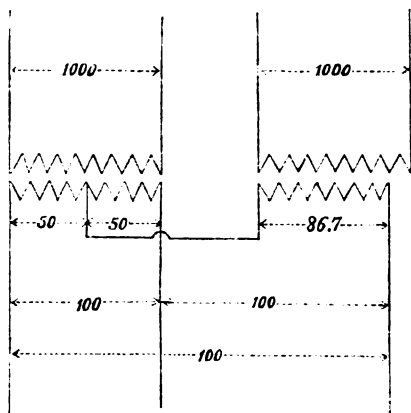
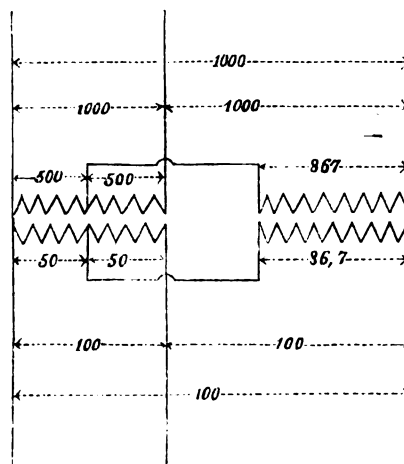



Fig 3. Fig. 4.

o si lasciano le tre fasi come nel dispositivo della figura 4ª, per fornire la corrente ai motori.

Considerando i due circuiti su cui sono inserite delle lampade, fig. 5ª, lo Scott distingue il circuito il cui trasformatore riduttore ha il primario alimentato direttamente,

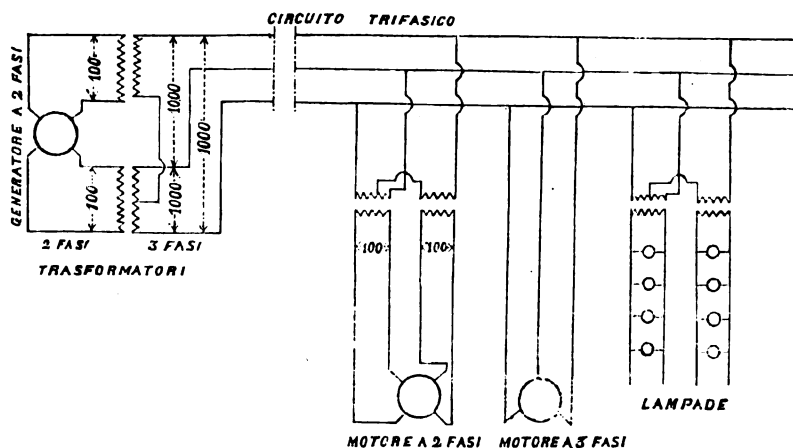



Fig. 5.

cioè quello che in figura sta a sinistra, dall'altro a destra, il cui trasformatore riduttore avendo un morsetto primario collegato con un conduttore di trasmissione e l'altro col punto medio della primaria del riduttore precedente riceve indirettamente la corrente.

Se le lampade son poste sul secondario del primo trasformatore, la trasmissione è diretta dalla dinamo senza influire in alcun modo l'altro circuito, perchè il trasformatore

elevante il potenziale che gli corrisponde ha, nella stazione generatrice, i morsetti primari connessi colla dinamo ed i secondi connessi pure direttamente ai primari del riduttore e da questo la corrente secondaria è mandata direttamente alle lampade.

D'altra parte, se il circuito utilizzatore di destra è carico, esso non influirà su quello di sinistra. Infatti, la corrente secondaria dal corrispondente trasformatore elevatore di destra passa attraverso la primaria del riduttore del circuito delle lampade, arriva al punto medio della primaria del riduttore di sinistra dove si divide, scorre in parallelo attraverso a due parti di spirale e ritorna per due conduttori di trasmissione. Così una metà della corrente scorre attraverso a ciascuna metà della spirale secondaria del riduttore di sinistra in direzione opposta; la autoinduzione è completamente neutralizzata, ed i trasformatori (elevatore e riduttore) in questo circuito sono indipendenti dal funzionamento degli altri due dell'altro circuito.

È da notarsi che, nelle condizioni del metodo, la f. e. m. sviluppata dal trasformatore il cui morsetto primario è collegato al punto mediano della primaria dell'altro, è circa l'87 per cento della f. e. m. sviluppata dall'altro.

La f. e. m. più bassa è però compensata dal fatto che la corrente passa da un lato attraverso a due dei fili di trasmissione collegati in parallelo, ciò che, riducendo la resistenza del circuito, compensa la f. e. m. un po' diminuita.

L'effetto sopra la regolazione di una dinamo, allorquando dei circuiti a due fasi sono posti alla fine di una linea di trasmissione a tre fasi, si è trovato essere lo stesso che prevale allorchè il carico è inserito direttamente sopra il circuito del generatore.

Una modificazione del sistema si trova nella disposizione in cui le correnti a tre fasi son date dal generatore e trasmesse ai trasformatori riduttori accoppiati che convertono le tre fasi in due per distribuirle. Con questo tipo di impianto si possono inserire delle lampade sopra un generatore a tre fasi e scomporre il carico in due invece che in tre circuiti: così si evitano pure gli inconvenienti della cattiva regolazione del generatore nel caso in cui i circuiti di distribuzione non sono egualmente caricati.

L'artifizio dello Scott può pure essere adoperato per convertire tre fasi di un potenziale alternativo di valore efficace, per esempio, elevato, in altre tre fasi di un potenziale di valore più basso, come si è visto nella fig. 4ª.

Il rendimento di due trasformatori accoppiati pel convertimento delle fasi diminuisce di poco dal caso in cui i trasformatori funzionano nei modi ordinari. Se il rendimento nel lavoro ordinario è p. es. 97,5 per cento, esso sarebbe ridotto al 97,4 per cento nel convertire un numero di fasi in un altro.

L'artifizio dello Scott, come osservò il Ferraris nella lettura fatta il 3 giugno all'Accademia dei Lincei, si può facilmente generalizzare: date due correnti di fasi diverse, si possono ottenere, per mezzo di ordinari trasformatori, quante si vogliono correnti presentanti tutte quelle differenze di fase che si possono desiderare. Coi trasformatori sapevamo già trasformare i valori efficaci dei potenziali e delle correnti: ora sappiamo anche modificare comunque il numero e le fasi di queste.

Ing. A. Artom.

LA DISTRIBUZIONE ELETTRICA DEL LAVORO
ALLA FABBRICA D'ARMI DI HERSTAL

L'impianto elettrico della Fabbrica Nazionale d'armi di Herstal (Liegi) è un esempio completo di una distribuzione di lavoro, in luogo, senza trasporto a distanza o utilizzazione di forze naturali: e sotto questo rapporto può essere considerato come uno dei più notevoli, sia per la sua importanza sia per la cura con cui l'istallazione è stata fatta.

La fabbrica è tutt'affatto nuova: la sua costruzione fu cominciata nel 1890 e finita nel 1892.

Tecnicamente essa è riuscita veramente un'officina modello dove ogni vista moderna non fu trascurata: è tutta a piano terreno a vasti *shed* bene illuminati ed aerati; la distribuzione dei vari lavori è molto razionale e molta cura fu messa nel separare le officine di lavoro delicato dalle fucine e dalle motrici.

L'idea di applicare a questa fabbrica la distribuzione elettrica non nacque fin dal principio, ma si presentò solo quando i lavori erano già avanzati e quando fu posto il problema della trasmissione fra la sala centrale delle macchine e i diversi riparti.

Il caso si prestava molto bene alle trasmissioni elettriche. Infatti essendo la fabbrica molto grande e sparsa su un'area rilevante, la trasmissione coi mezzi meccanici richiedeva due, tre e fin quattro rinvii per arrivare dalla motrice ai contralberi comandanti le macchine, ed in queste condizioni nessun costruttore voleva garantire un rendimento del 70 %. La *Compagnie Internationale d'Electricité* (Pieper e C.) di Liegi garantiva invece per le trasmissioni elettriche il 76,6 % fra l'albero della motrice e gli alberi delle ricevitrici.

Le difficoltà però non erano lievi: le trasmissioni secondarie erano già disposte, quindi non si potevano raggiungere certi vantaggi delle distribuzioni elettriche, come la soppressione di alcuni contralberi e l'alleggerimento di tutta la costruzione, come pure l'adattamento delle velocità dei contralberi a quelle delle dinamo-motrici. Inoltre la motrice centrale da 500 cavalli era già in costruzione: e questa era una Corliss a 65 giri il minuto. E qui è certamente da ammirare il coraggio col quale fu affrontato il problema della dinamo generatrice. L'abolizione delle trasmissioni meccaniche venne spinta al suo ultimo limite: fu deciso di montate l'indotto sull'albero stesso della motrice il che portava alla costruzione d'una dinamo enorme atta a funzionare a quelle basse velocità. Ma su questo torneremo in seguito.

A impianto fatto si constatò che la forza motrice preventivata era insufficiente: si dovette perciò aggiungere una seconda generatrice: questa è condotta da una motrice Willans e fu impiantata nello scorso aprile.

Al primo entrare nella elegante e spaziosa sala delle generatrici, si è impressionati dal contrasto fra la enorme dinamo condotta lentamente dalla Corliss, gruppo che occupa più di metà della sala, e la dinamo, relativamente piccola, condotta direttamente dalla Willans a 350 giri al minuto, gruppo che occupa un angolo del locale: ed il contrasto si fa più deciso quando si viene a sapere che il primo gruppo rappresenta una potenza di 500 cavalli, il secondo di 300.

La grande dinamo rappresenta veramente un *tour de force* costruttivo e merita una descrizione particolareggiata.

La sua portata massima è di 2440 ampere colla differenza di potenziale di 125 volt. L'induttore è formato da una corona in acciaio fuso composta di 10 pezzi por-

tante 20 poli ed altrettanti rocchetti induttori. Il sistema d'induttori è a circuito magnetico doppio, il che permette di avere, a parità di diametro d'indotto, una macchina più piccola.

L'armatura ha il diametro di m. 4. 80, è larga 40 cm. ed il nucleo misura nel senso del raggio 13 cm. di spessore. Le spire sono 2400: a ciascuna corrisponde una lamina al collettore. Questo è diviso in due: o per meglio dire, i collettori sono due, uno per parte, il che porta all'impiego di 80 spazzole collettrici. Questa enorme armatura è montata direttamente sull'albero della motrice e fra le due manovelle, al posto in cui è ordinariamente montato il volante. Il modo di montatura si presta assai alla critica. La massa dei cerchi di ferro formanti il nucleo dell'armatura è serrata fra due grandi piatti di ghisa callettati poi sull'albero: pare che le perdite di flusso e le produzioni di correnti parassite in questi piatti sieno assai rilevanti. La macchina intera pesa 27 tonnellate.

Riguardo alla sua costruzione meccanica non si può a meno di lodare la casa costruttrice, e come prova si può addurre che la macchina ha funzionato un anno senza dare il minimo inconveniente.

La dinamo condotta dalla Willans è una quadripolare sistema Pieper della potenza di 1400 ampere a 125 volt: l'attacco fra motrice e dinamo è fatto per mezzo d'un giunto elastico.

Il ravvicinamento di questi due tipi di macchine così diverse porta necessariamente ad alcune considerazioni. Cominciamo dall'osservare che il primo impianto fatto colla sola Corliss e con una sola dinamo è assai poco razionale. In una grande fabbrica un solo gruppo generatore è un'imprudenza. Le dinamo sono ancora macchine troppo complicate e delicate perchè se ne possa garantire il perfetto funzionamento per un tempo qualsiasi. Pare inoltre che il rendimento della dinamo non raggiunga il preventivato, cosa non prevedibile ma se non altro temibile trattandosi di un tipo nuovo di macchina che presentava molte difficoltà costruttive. Ma a parte questa questione, consideriamo i due gruppi generatori così come sono. Da un lato abbiamo una macchina che occupa circa 170 m², di un peso enorme e che pel suo impianto domanda un locale appositamente costruito con sotterraneo pel condensatore: una macchina che mette in moto alternativo delle pesanti masse, che richiede una continua sorveglianza in tutte le sue parti. Dall'altro abbiamo una piccola macchina che insieme alla dinamo occuperà 35 m² tutta racchiusa nel suo involucro, senza grandi masse in moto, una macchina che domanda pochissima sorveglianza. Nel primo caso una dinamo di costruzione speciale costosa ed ingombrante, nel secondo una dinamo di tipo ordinario: e la potenza del secondo gruppo rappresenta i $^3/_5$ di quella del primo. Gli appunti che naturalmente si fanno subito alla Willans ed alle macchine consimili sono sul rendimento e sulla sicurezza del funzionamento. Quanto al rendimento la casa costruttrice garantisce l'86 °/₀ fra la potenza indicata ai cilindri e la potenza raccolta sotto forma di corrente dalla dinamo: se questo, come sembra, è vero, non ci sarebbe più nulla da dire sui rendimenti. Quanto alla sicurezza di funzionamento sembra attestata dal largo uso che si fa di queste macchine in Inghilterra. Dinanzi a questi risultati è il caso di domandarsi se le piccole macchine veloci non finiranno per scacciare le pesanti e lente Sultzer e Corliss.

La pompa del condensatore della Corliss è come d'ordinario posta nel sotterraneo ed azionata direttamente dalla macchina: quella della Willans è invece condotta da un motore elettrico. Questo sistema di separare la pompa del condensatore dalla macchina è assai conveniente quando si tratti di una distribuzione elettrica, perchè sopprime ogni costruzione speciale necessaria per la trasmissione del movimento.

Il quadro di distribuzione che occupa una intera parete non presenta nulla di speciale. Le due macchine sono connesse in parallelo a due traverse da cui partono i feeders per la distribuzione di luce e di lavoro. Il quadro ha il difetto d'aver le connessioni nascoste: un po' di sacrificio nell'eleganza e tutte le connessioni in vista è da preferirsi; infatti quando si installò la seconda macchina si incontrarono gravi difficoltà nell'adattamento del quadro.

Gli apparecchi ricettori sono:

135 lampade ad arco da 10 ampere e 60 volt
560 lampade ad incandescenza da 16 candele

2 motori da 37 HP	disseminati nell'officina
4 motori da 29 HP	
5 motori da 21 HP	
6 motori da 16 HP	
1 motore da 8 HP	
1 motore da 3 HP	

1 motore da 10 HP per la pompa d'alimentazione
1 motore da 16 HP per il condensatore della Willans.

La pompa che fornisce l'acqua per la caldaia si trova a 850 metri dalla fabbrica lungo un canale.

Le lampade ad arco in serie due a due, e le lampade ad incendescenza sono derivate sopra un grande anello alimentato da 24 feeders: la caduta di potenziale massima nella conduttura non supera i 7 volt a pieno carico.

Ciascun motore è alimentato da un circuito speciale che si stacca dal quadro, e ciascuno di questi circuiti ha al quadro gli apparecchi di misura. I motori sono tutti del tipo Manchester ad eccitazione in derivazione: le spazzole del collettore sono in carbone. Il loro rendimento industriale è abbastanza buono essendo dell'89 % per i motori da 37 H' e discendendo fino all'80 % per quelli da 3 H'; per modo che il rendimento geometrico totale dei motori si eleva all'87 %.

I rendimenti garantiti dalla Société international d'Electricité e verificati presso a poco in seguito, sono:

per la generatrice	90 %
per la conduttura	98 %
per i motori	87 %

il che dà un rendimento totale fra l'albero della motrice e gli alberi dei motori ricettori del 76,6 %.

Questa istallazione funziona da un anno e mezzo circa, ed i risultati fino ad ora forniti permettono di affermare che la cosa è completamente riuscita ed è tale da togliere ogni dubbio sulla convenienza del sistema.

Anche le spazzole dei motori che sono considerate come uno degli inconvenienti delle trasmissioni a corrente continua non danno gran noja: credo che ad Herstal un solo operaio basti a sorvegliare i 21 motori e nel medesimo tempo è incaricato della manutenzione delle 135 lampade ad arco. Questo risultato si deve forse all'impiego delle spazzole in carbone.

Dal punto di vista economico è certo che le trasmissioni elettriche dànno una maggiore economia d'esercizio: quanto alle spese d'impianto pare che ad Herstal il macchinario elettrico in più sia stato compensato dalla soppressione di alberi, puleggie, corde, cinghie e opere di rinforzo in muratura le quali divennero così inutili.

Per quanto si sia persuasi di tutto ciò, la visita alle officine di Herstal conferma e ribadisce le convinzioni. Non vi sono più lunghe funi penzolanti che ingombrano i cortili, non più enormi puleggie, ingranaggi rumorosi: una semplice chiave d'interruzione sostituisce i pesanti innesti: ogni contralbero è indipendente da tutti gli altri; può essere arrestato, accelerato, rallentato senza che le altre sezioni della fabbrica se ne accorgano: tutto l'insieme forma un sistema eminentemente elastico. Come altro vantaggio noteremo la facilità con cui possono esser fatti gl'ingrandimenti: non c'è affatto da preoccuparsi di quel che esiste già: i contralberi vengono disposti come più aggrada: poi due fili, un motore ed ecco tutto.

Il grado di frazionamento dell'energia a Herstal si presenta come un limite nell'impiego delle correnti continue: un grado maggiore di divisione porterebbe ad un numero troppo grande di motori e ad un rendimento poco conveniente.

Ing. GUIDO SEMENZA.

SULLA LEGGE DELLA DISSIPAZIONE DI ENERGIA
NEI DIELETTRICI
SOTTO L'AZIONE DI CAMPI ELETTRICI DI DEBOLE INTENSITÀ.

In articoli precedenti (1) ho esposto i risultati di una serie di esperienze, le quali mi condussero a stabilire che la relazione tra l'energia dissipata W in un cilindro dielettrico, collocato in un campo elettrico rotante (2), e l'induzione elettrostatica $\mathcal{B}$ in un punto qualunque del campo stesso, è, entro i limiti di B (0,99 e 2,78 unità elettrostatiche C. G. S.) fra cui ho sperimentato, della forma

$$W = KB^{1,6},$$

ove K è una costante.

Continuando, in quest'ordine di idee, le mie ricerche sopra un cilindro di carta paraffinata, ho eseguito ulteriori esperimenti (3), destinati a trovare, per grandi valori dell'induzione elettrostatica, la relazione tra W e B, ed ho dimostrato che, nei limiti di B uguali a 9,90 e 14,58 unità elettrostatiche C. G. S., essa è della forma

$$W = K' B^{1,9},$$

ove K' è una costante.

In questo articolo intendo ora riassumere i risultati di nuove ricerche, intraprese con lo scopo di studiare la legge con cui varia la dissipazione di energia nella carta paraffinata per piccoli valori dell'induzione elettrostatica.

L'apparecchio (fig. 1), che servì alle mie esperienze, non differisce da quello descritto negli articoli sovracitati che per alcuni particolari di costruzione. Esso, disposto come è indicato in figura, rappresenta una forma pratica e comoda di strumento per ricerche quantitative sul fenomeno in questione. Giova soltanto notare che, per ottenere una sensibilità grandissima, quale richiedevano le nuove misure da intraprendersi, il cilindro conduttore Q, destinato a rendere aperiodico l'apparecchio, era rappresentato da un cilindro di alluminio vuoto, chiuso e sottilissimo, del peso di gr. 7,394.

Il collegamento dei circuiti è indicato schematicamente nella fig. 2. In T è rappresentato un trasformatore Ganz alimentato dalla corrente alternativa generata, in una

(1) L'*Elettricista,* pag. 170, v. II, 1893.
(2) L'*Elettricista,* pag. 257, v. I, 1892.
(3) L'*Elettricista,* pag. 179, v. III, 1894.

delle stazioni centrali della Società Piemontese di elettricità, da un alternatore Thury ad alta tensione, in *r* una serie di reostati, in *a* un amperometro, in *PQ* ed *RS* rispettivamente le spirali primaria e secondaria di un trasformatore Ganz, calcolato per un rapporto di trasformazione di 1 a 2, e finalmente in *AB* e *CD* rispettivamente una grande resistenza reale, rappresentata da parecchie colonne di acqua distillata, ed un condensatore, costituito da alcuni bicchieri di vetro di grandezza diversa, contenenti del mercurio e ricoperti esternamente da un foglio di stagnola. I quattro punti *A*, *B*, *C*, *D* sono messi rispettivamente in comunicazione, per mezzo dei quattro morsetti 1, 1′, 2, 2′ dell'apparecchio, con le quattro lastre di rame *a*, *b*, *c*, *d*, racchiudenti lo spazio in cui si vuol generare il campo elettrico rotante. Un commutatore a mercurio *I* serve ad invertire la rotazione del campo elettrico, e quindi la deviazione dell'equipaggio mobile. Un voltmetro di Cardew *V* serve alla misura della differenza di potenziale efficace *V* fra i punti *P* e *Q*; ed un elettrometro a quadranti di Mascart *E*, adoperato col metodo Joubert, serve, coll'intermediario del commutatore *N*, alla misura delle differenze di potenziali efficaci tra *A* e *B*, *C* e *D*. E poichè la condizione da soddisfarsi, affinchè il campo elettrico, generato da queste differenze di potenziali, abbia, come è necessario per i miei esperimenti, un'intensità costante ed una direzione rotante con velocità uniforme, è che tali differenze di potenziali siano uguali, ne segue che la costanza e l'uniformità di rotazione del campo si possono ottenere facendo variare per tentativi tanto il numero delle colonne di acqua distillata inserite fra *A* e *B*, quanto il numero dei bicchieri esistenti fra *C* e *D*.

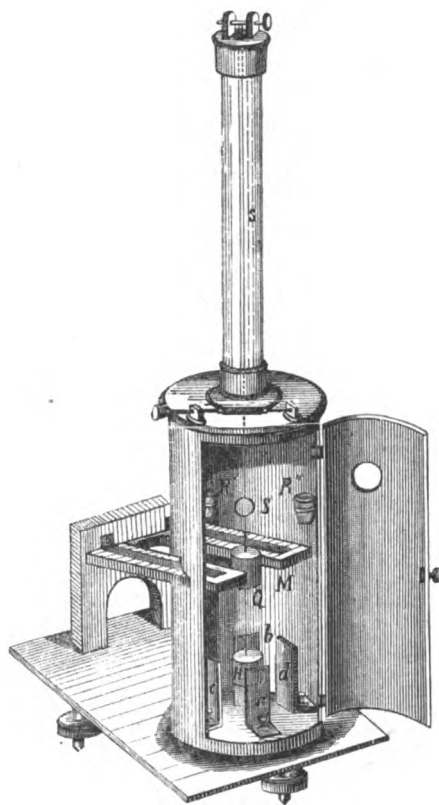



Fig. 1.

Nelle prime colonne della seguente tabella sono indicati i risultati delle mie esperienze, eseguite, alla temperatura di circa 20° C., sopra un cilindro convenientemente essiccato di carta paraffinata, vuoto e chiuso, del peso di 2,011 grammi, dell'altezza di 26 mm., del diametro esterno di 30 mm. e della grossezza di 1 mm. Nella seconda colonna sono registrate le differenze di potenziali efficaci *V* in volt, misurate per mezzo del voltmetro di Cardew; nella terza colonna le differenze di potenziali efficaci *v* in volt fra i punti *R* ed *S*, rispettivamente ottenute moltiplicando per 2 le letture sul voltmetro; e nella quarta colonna le letture *d* in millimetri fatte col cannocchiale.

N.	*V*	*v*	*d* osservato	*d* calcolato	Δ	= °/₀
1	40	80	18,0	17,31	+ 0,69	+ 3,8
2	48	96	23,4	24,15	— 0,75	— 3,2
3	56	112	30,8	32,03	— 1,23	— 4,0
4	64	128	39,8	40,90	— 1,10	— 2,8
5	72	144	50,0	50,70	— 0,70	— 1,4
6	80	160	61,2	61,55	— 0,35	— 0,6
7	88	176	73,2	73,46	— 0,26	— 0,4
8	96	192	85,6	85,86	— 0,26	— 0,3
9	104	208	100,4	99,50	+ 0,90	+ 0,9
10	112	224	113,2	113,87	— 0,67	— 0,6

Ponendo

$$d = h v^x,$$

ove h ed x sono costanti, ed applicando il metodo dei minimi quadrati si ricava:

$$h = 0{,}0057 \qquad x = 1{,}830.$$

Per tali valori di h e di x sono stati calcolati i valori di d, registrati nella quinta colonna della tabella precedente. Le differenze Δ e le differenze Δ percentuali, rispettivamente registrate nelle due ultime colonne della tabella stessa, dimostrano che si può scrivere, con sufficiente approssimazione:

$$d = 0{,}0057\, v^{1{,}830},$$

Ciò posto, dicendo W il lavoro, espresso in erg, fatto dalle forze elettriche deviatrici nell' unità di tempo, e B l' induzione elettrostatica, espressa in unità elettrostatiche C. G. S., si ha, come è stato dimostrato:

$$W = \frac{3081{,}\ 9096\, n P a^2}{l D}\, d \qquad B = \frac{v}{300\,\lambda},$$

ove n rappresenta la frequenza della corrente alternativa, P il peso in grammi sostenuto dalla sospensione bifilare, a la distanza in centimetri fra i due fili costituenti la sospensione stessa, l la lunghezza in centimetri della medesima, D la distanza in millimetri dello specchio dalla scala e λ la distanza in centimetri fra le lastre a e b, c e d. Si ricava quindi:

$$W = K''\, B^{1{,}830},$$

ove K'' è una costante data dalla formola

$$K'' = 0{,}0057\, \frac{3081{,}\ 9096\, n P a^2}{l D}\, (300\,\lambda)^{1{,}830}.$$

Fig. 2.

E poichè, nei miei esperimenti:

$$n = 40;\ P = 11{,}438;\ a = 0{,}075;\ l = 30{,}4;\ D = 2{,}660;\ \lambda = 4{,}4,$$

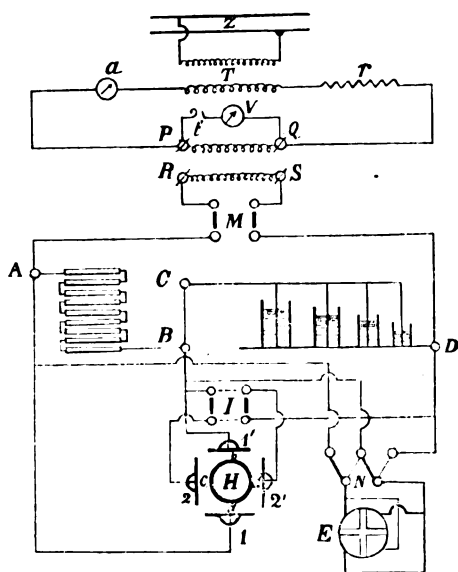
si ha sostituendo:

$$K'' = 287{,}240.$$

Risulta dunque che, entro i limiti di B (0,06 e 0,17 unità elettrostatiche C. G. S.) fra cui ho sperimentato, la relazione tra l'energia dissipata W nel cilindro di carta paraffinata e l'induzione elettrostatica B in un punto qualunque del campo elettrico, è la seguente:

$$W = 287{,}240\, B^{1{,}830}.$$

Riassumendo i risultati delle esperienze finora intraprese si può quindi dire che l'esponente di B, nella relazione tra W e B, ha rispettivamente i valori 1,83; 1,6; 1,9, secondo che i valori di B, con cui si esperimenta, sono compresi fra 0,06 e 0,17; 0,99 e 2,78; 9,90 e 14,58 unità elettrostatiche C. G. S.

Il modo con cui varia, col variare dei limiti dell'induzione elettrostatica, l'esponente

di B, è notevolissimo, se si pongono a confronto questi risultati con quelli delle recentissime esperienze di Ewing e Miss Klaassen (1) sulle proprietà magnetiche del ferro.

Da questi esperimenti risulta infatti: 1° che il lavoro w consumato per l'isteresi magnetica nel ferro si può rappresentare, fra determinati limiti dell'induzione magnetica b, in funzione b, per mezzo di una relazione della forma $w = k b^{\varepsilon}$, ove k ed ε sono numeri, che variano col variare dei limiti di b; 2° che, per valori di b compresi fra 200 e 500; 500 e 1.000; 1.000 e 2.000; 2.000 e 8.000; 8.000 e 14.000 unità elettromagnetiche C. G. S., si ha rispettivamente ε uguale a 1,9; 1,68; 1,55; 1,475; 1,70.

Questa nuova analogia fra la legge dell'isteresi magnetica nei corpi magnetici e la legge del fenomeno che sto studiando, conferma l'idea, già da me manifestata sin dal principio delle mie esperienze, che il fenomeno stesso sia effettivamente dovuto ad un'isteresi elettrostatica nei corpi dielettrici.

R. Arnò.

(1) *The Electrician*, 13 aprile 1894, pag. 668: *Magnetic qualities of iron.*

PRINCIPI FONDAMENTALI
DELLA TEORIA DEI CIRCUITI MAGNETICI
E LORO APPLICAZIONE

(Continuazione, vedi pag. 176).

Equazioni generali dei circuiti magnetici.

13. — Veniamo ora alla dimostrazione di quei teoremi che ci interessano in modo principale.

Consideriamo anzitutto un tratto A B di un tubo di forza di sezione infinitesima. Indicando con H, B, μ la forza, l'induzione e la permeabilità magnetica in un punto del suo asse s, avremo espressa la f. m. m. lungo l'asse medesimo da

$$M = \int_A^B H\, ds = \int_A^B \frac{B}{\mu}\, ds$$

poichè tanto la direzione di B come quella di H sono tangenti all'asse in ogni punto.

Il flusso $\delta\Phi$ in ogni sezione è costante, perchè il tubo di forza è anche tubo d'induzione; indicando con $\delta\Sigma$ l'area di una sezione del tubo, normale al suo asse in un punto, sarà in questo punto $B = \frac{\delta\Phi}{\delta\Sigma}$. Quindi:

$$(1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad M = \delta\Phi \int_A^B \frac{ds}{\mu\, \delta\Sigma}.$$

Così come è scritta, questa formola risulta inapplicabile nella maggior parte dei casi, perchè M non si può esprimere generalmente in funzione di elementi dati, e quindi nulla si può dedurre dalla relazione a cui soggiace. Se però il tubo è rientrante, si sa che M è identicamente eguale a 4π volte la corrente elettrica totale abbracciata dall'asse del tubo, e può essere quindi indipendentemente conosciuta. Allora si ha

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4\pi Q = \delta\Phi \int \frac{ds}{\mu\, \delta\Sigma}$$

in cui si intende l'integrazione estesa a tutta la lunghezza dell'asse del tubo, percorrendolo intorno fino a tornare al punto di partenza.

In ambo i casi si ha una formola assolutamente analoga alla formola di Ohm, scritta per un conduttore elettrico lineare, isolato; in luogo della forza elettromotrice E si ha M, che ha preso per questa analogia il nome di forza magnetomotrice, in luogo della corrente i si ha $\delta\Phi$, e in luogo della resistenza elettrica R, espressa da un integrale della forma $\int \rho \frac{ds}{\delta\Sigma}$, si ha la quantità analoga $R = \int \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}$, a cui si dà conseguentemente il nome di *resistenza*, o meglio, *riluttanza magnetica*. La quantità reciproca di R si chiama poi *permeanza* (o *conducibilità*) *magnetica*.

Fu dato il nome, conseguentemente, di *circuito magnetico perfetto* a un tubo di forza rientrante, di sezione infinitesima, per l'analogia che presenta con un circuito elettrico isolato.

Viene osservato da alcuni che, essendo la resistenza dei circuiti magnetici una quantità generalmente variabile, la formola di Ohm perde per questi tutta l'importanza che ha per i circuiti elettrici; poichè, se non interessa che R sia costante, si può scrivere sempre un'equazione della forma $\Phi = \frac{M}{R}$, qualunque sia la relazione che intercede fra M e Φ; e che l'asserire l'esistenza di resistenza magnetica, è una vana affermazione, potendo sempre chiamare con tal nome il rapporto $\frac{M}{\Phi}$, anche allorchè esso varia secondo una legge qualsiasi. Se non chè si vede facilmente quanto vi sia di esagerato in questo ragionamento; è vero che il fatto della variabilità di R viene a togliere alla legge di Ohm, nella teoria del magnetismo, parte di quell'alto significato che possiede nella teoria dell'elettricità; ma non per questo essa viene a perdere ogni valore.

Anzitutto si può osservare che non sempre R è variabile; solamente per circuiti composti di sostanze ferromagnetiche e fortemente magnetizzate ciò avviene; ma si sa che nel vuoto e in quasi tutte le sostanze non paramagnetiche, come l'aria, o debolmente paramagnetiche, μ si mantiene rigorosamente costante, e quindi, nei circuiti formati di queste sostanze, lo stesso avviene anche di R. In questi casi, che sono numerosi e notevoli, conviene perciò dare alla formola di Ohm la stessa importanza che le si dà in elettricità. Anche per le sostanze ferromagnetiche, poi, tali proprietà si verificano in modo approssimato entro certi limiti; quegli stessi limiti entro i quali anche nell'antica teoria del magnetismo si ammetteva costante la suscettività magnetica κ dei corpi; non v'è autore, antico o moderno, di teorie del magnetismo il quale non si estenda a lungo intorno a risultati dedotti dall'ipotesi di κ costante; ne v'è ragione affinchè la stessa considerazione che si accorda a tutti questi risultati non deva accordarsi anche alla formola di Ohm, basata sull'invariabilità di R; il fondamento scientifico degli uni e dell'altra è il medesimo, e la seconda si presta ad applicazioni più svariate.

In secondo luogo non è giusto l'asserire che nei casi in cui R è realmente variabile, la legge di Ohm diventi una vana affermazione; poichè, se R è variabile, non lo è in modo qualsiasi, o secondo legge sconosciuta; R non è mai un simbolo senza significato, poichè può esprimersi in funzione delle dimensioni del circuito in modo perfettamente stabilito. L'unico elemento per effetto di cui R può variare è μ; ma si conosce in qual modo μ entra a far parte dell'espressione di R, si conosce il significato fisico di μ, e la legge secondo cui esso varia. Quindi R non si riduce mai ad una espressione vana, solamente si esprime in modo più complicato.

Del resto il fatto che la formola di Ohm sia tutt'altro che un'espressione vana, anche nel caso di μ variabile, è troppo bene provato dall'importanza pratica che questa formola assume; per mezzo di essa si risponde agevolmente a problemi della massima importanza, che diversamente rimarrebbero senza soluzione, e per cui l' antica teoria del magnetismo non ha mai saputo trovare risposta. La formola è esatta perchè si può ricavare, con deduzione matematica, dagli assiomi fondamentali del magnetismo; sarebbe dunque illogico il non riconoscerne l' importanza.

Ma ciò si vedrà meglio in seguito. Osservo intanto che la legge di Ohm si trova riferita e dimostrata in alcuni trattati, come quello di Ewing, nella forma sotto cui l'abbiamo riportata, cioè per il caso di un circuito perfetto di sezione infinitesima. Mostrerò qui come si possa estenderla a casi molto più generali.

14. — Riuniamo un fascio di tubi di forza infinitesimi in modo da formare un tubo di sezione finita, avente come basi due superficie qualunque che indicheremo con A e B. Poichè per ognuno di essi tubi si ha $\delta\Phi = \dfrac{M}{\int_A^B \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}}$, se indichiamo con Φ il flusso finito che passa lungo l'intero fascio, si ha:

$$(3) \qquad \Phi = \iint \delta\Phi = \int\int \frac{M}{\int_A^B \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}},$$

intendendo esteso il doppio integrale alla serie doppiamente infinita dei tubi infinitesimi.

Se per tutti questi M è costante, il che avviene, in particolare, quando le superficie A e B sono equipotenziali, si può scrivere:

$$(4) \qquad \Phi = M \int\int \frac{1}{\int_A^B \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}}.$$

Anche in questo caso abbiamo dunque la formola di Ohm nella sua forma semplice; solamente qui la resistenza si esprime in modo più complicato, corrispondendo questo caso a quello di un conduttore elettrico isolato, ma non più lineare, le cui basi siano mantenute equipotenziali.

Applichiamo ora invece la formola (3) a un tubo rientrante; avremo allora per ogni sua linea di forza $M = 4\pi Q$, quindi si potrà scrivere

$$\Phi = 4\pi \int\int \frac{Q}{\int_A^A \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}}.$$

Generalmente Q è variabile; ma se noi supponiamo che per nessun punto appartenente al volume del tubo, al quale sono estese le integrazioni, circolino correnti elettriche, Q sarà una quantità costante per tutte le linee contenute nel volume del volume del tubo, e che ne seguono il percorso; essa rappresenterà la corrente elettrica totale circondata dal tubo rientrante, cioè una quantità nota e determinata. Avremo allora

$$(5) \qquad \Phi = 4\pi Q \int\int \frac{1}{\int_A^B \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}}.$$

Questo caso corrisponde così, in elettricità, a quello di un conduttore isolato rientrante, come il caso contemplato dalla (4) a quello di un conduttore non rientrante.

Dall'espressione stessa di R che figura in queste formole, la quale è analoga a quella che dà la resistenza elettrica dei conduttori, si deduce, applicando lo stesso ragionamento che si fa per questi, i seguenti teoremi: un sistema di tubi magnetici disposti in serie, di resistenze $R_1, R_2, R_3, \ldots R_n$, equivale a un tubo di resistenza

$$R = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$

e un sistema di tubi disposti in parallelo fra due superficie equipotenziali equivale a un tubo unico la cui resistenza R è data da

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}.$$

(Continua).

Ing. Giovanni Giorgi.

IMPIANTO ELETTRICO DI CAVA DEI TIRRENI

L'impianto di illuminazione elettrica testè inaugurato a Cava dei Tirreni e paesi limitrofi, senza essere di potenza colossale, pure per l'estensione avuta e pel sistema di distribuzione col quale fu concepito ed eseguito, assume speciale importanza.

Varie cadute d'acqua riunite ed incanalate in un solo emissario presso Vietri, dànno alimento, con un salto di m. 20 ed un volume di 600 litri, ad una turbina Girard, la quale trasmette il movimento ad una dinamo bifase Schuckert, e rispettiva eccitatrice; questa corrente a 200 volt viene trasportata, mediante 3 conduttori, nella stazione centrale elettrica di Cava dei Tirreni distante 4 chilometri.

In detta centrale trovasi inoltre per riserva una dinamo a corrente alternata Ganz del solito tipo unifase azionata da motore verticale a gran velocità della Casa Neville.

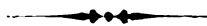
Il quadro è eseguito per 3 macchine e 4 circuiti di distribuzione; su di esso la dinamo che fornisce la corrente dalla stazione di Vietri viene separata per ogni fase, come a formare due macchine distinte, negli estremi del quadro stesso, e nel centro trovasi l'alternatore locale.

Si ricorse alla corrente bifase per potere alimentare di giorno vari motori elettrici, tra i quali quello di un mulino della forza di 40 cavalli.

La rete di distribuzione primaria è di circa 60 km. e la secondaria di 45, essendochè oltre alla città di Cava, si sono illuminati tutti i 14 villaggi facenti parte del Comune, che distano da 4 a 8 km. dalla stazione centrale. Per tale servizio sono in azione n. 16 trasformatori Ganz della complessiva portata di 37500 vatt e per la città di Cava n. 4 per 3000 vatt.

Prescindendo dalla buona riuscita di questo impianto, il quale funziona in modo inappuntabile, è oltremodo attraente il vedere in questo ridente paese, ove natura ha sparso con tanta profusione le sue più gentili bellezze, tutti quei villaggi sì splendidamente illuminati.

Un impianto simile sarà quanto prima attuato per la città di Vietri e dintorni, e nella nuova stazione è pure in progetto l'impianto per fornire la corrente ad una tramvia elettrica fra Salerno e Cava dei Tirreni.

G. *Utili.*

TRAZIONE ELETTRICA SISTEMA PATTON.

L'*Electrical Engineer* di Londra riporta dal suo omonimo di New York la descrizione del sistema di trazione applicato da Patton sopra una delle tramvie di Chicago.

Si tratta di una locomotiva che è una vera stazione elettrica ambulante: una macchina a gas mette in moto una dinamo, questa carica una batteria d'accumulatori la quale fornisce la corrente al motore elettrico che imprime il movimento agli assi della vettura: in ultima analisi si tratta di una piccola locomotiva elettrica Heilmann, la quale funziona a gas invece che a carbone, e porta con sè una batteria d'accumulatori. L'unico vantaggio offerto da questa nuova complicazione di avere aggiunti gli accumulatori consisterebbe in ciò che effettuandosi la carica di essi in modo continuo si richiede un motore di potenza relativamente piccola. Secondo quel giornale questo sistema funziona già da parecchie settimane con generale soddisfazione e le spese di esercizio sarebbero circa la metà di quelle richieste nel sistema a trolley da una vettura di uguale capacità.

Malgrado la competenza e la serietà dei due giornali suddetti, ci permettiamo di dubitare dell'attendibilità di questi dati. Se in favore della locomotiva elettrica Heilmann (V. *L'Elettricista* 1° aprile 1894, pag. 116) si può addurre la questione delle grandi velocità e dei lunghi percorsi, per una tramvia di città queste ragioni non esistono; l'aggiunta poi degli accumulatori implica una terza trasformazione dell'energia nel suo passaggio dalla macchina motrice agli assi della vettura, e basta pensare alle perdite subite nelle tre trasformazioni successive, per capire come non si possa seriamente istituire un confronto economico fra il sistema Patton e quelli con somministrazione diretta della corrente a conduttura aerea o sotterranea.

I. B.

NUOVA VETTURA ELETTRICA STRADALE.

G. K. Kummings di Chicago fa correre ora per le strade di quella città una vettura elettrica che pare destinata ad un vero successo commerciale.

Il motore è una dinamo in serie a 24 volt della potenza di due cavalli; l'albero dell'armatura porta una ruota a denti di cuoio che ingrana con un pignone in ferro calettato su un albero intermediario, il quale per mezzo di una catena trasmette il movimento all'asse posteriore della vettura. La velocità si regola per mezzo di un commutatore mosso dal piede di chi guida la vettura. Ciascuna delle due ruote posteriori può rendersi folle a sfregamento duro sull'asse per mezzo del freno, il che, unito alle deviazioni che si danno alle ruote anteriori per mezzo del manubrio, facilita in modo straordinario le evoluzioni della vettura. L'asse anteriore è in bronzo d'alluminio ed è fisso; le due ruote invece sono portate da due corti assi supplementari, articolati alle estremità di quello e muniti di due appendici ad angolo retto riunite fra loro per mezzo di un'asta di ferro. Una delle appendici suddette è formata a dentiera ed ingrana con un rocchetto mosso direttamente dal manubrio.

La corrente è fornita da una batteria d'accumulatori della capacità di 200 ampere-ora, posta sotto ai sedili della vettura. Da recenti prove è risultato che sopra strade in piano con questa vettura che è a quattro posti si raggiunge la velocità normale di 15 a 18 chilometri all'ora, con un consumo di lavoro di 1|4 a 2 cavalli elettrici, secondo lo stato della strada e la natura del pavimento. Come si vede, per la spesa di esercizio siamo già in grado di competere con le solite vetture stradali.

Disgraziatamente l'*Electrical World*, da cui abbiamo preso queste notizie, si è dimenticato di aggiungere altri particolari circa al peso della vettura, alla qualità e al peso degli accumulatori, al loro regime di carica e scarica, alle prove fatte lungo strade in pendenza, al costo della vettura, ecc., particolari tutti che sono indispensabili per poter giudicare se la vettura del Rummings avrà effettivamente il successo commerciale previsto dai giornali americani.

I. B.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Programma dei premi offerti dalla Società industriale di Mulhouse per il 1895.

Dal programma generale, che viene spedito a chiunque ne faccia domanda al segretario della Società, togliamo la parte che interessa più particolarmente gli elettricisti.

XXXII. Medaglia d'onore per un impianto pratico fatto in uno stabilimento industriale dell'Alta Alsazia per distribuzione di forza motrice a un complesso di macchine o d'apparecchi, per mezzo di una rete elettrica alimentata da una stazione centrale generatrice pubblica o privata.

L'impianto dovrà aver funzionato praticamente per un anno nell'Alta Alsazia; dovrà presentare, fra altri vantaggi, una economia sensibile su i modi di distribuzione adoperati prima, canalizzazione di vapore, trasmissioni rigide, o altri.

La medaglia sarà data non solo allo stabilimento in cui sarà stato fatto l'impianto, ma anche al costruttore che l'avrà montato.

XXXIII. Medaglia d'onore per un motore elettrico capace di sviluppare un lavoro e una velocità variabili a volontà, dal semplice al decuplo almeno, che possa essere inserito in una rete di distribuzione elettrica e che presenti, alle velocità variabili che gli si fanno subire, delle variazioni di rendimento minori del 20 per cento. La potenza del motore, a carico e velocità regolamentari, dovrà essere di 10 cavalli almeno, il suo rendimento, a quel carico e a quella velocità, dovrà uguagliare quello dei motori elettrici moderni.

XXXIV. Premio (1) per una maniera semplice e pratica di fissare i fili dell'armatura ai collettori delle dinamo.

Questo nuovo sistema dovrà permettere di cambiare facilmente e relativamente in poco tempo i collettori d'una macchina.

Dovrà assicurare un buon contatto dei fili con le piastrine del collettore, come avviene con la saldatura, e non dovrà danneggiare i fili come succede con le viti di pressione.

Non si devono considerare i collettori ad isolamento ad aria fra le piastrine.

Il lavoro dovrà contenere una enumerazione dei vantaggi e degli inconvenienti dei sistemi oggidì adoperati e mettervi in confronto il nuovo modo proposto.

XXXV. Medaglia d'onore per una memoria che tratti della spesa comparativa d'un impianto elettrico e d'una officina a gas, destinati entrambi a fornire l'illuminazione a un centro di popolazione di 30,000 anime almeno.

Il confronto verterà specialmente sopra i punti seguenti:

1. Spese d'impianto della stazione centrale e dell'officina a gas, della distribuzione elettrica e della canalizzazione, degli apparecchi a domicilio;

2. Spese di carbone richieste per la produzione della forza alla stazione centrale e per la fabbricazione del gas;

3. Spese d'esercizio e di manutenzione nei due casi. Un capitolo speciale sarà consacrato alle spese e agli introiti derivanti dalla utilizzazione dei sottoprodotti della distillazione.

Un altro capitolo tratterà, basandosi sopra un numero sufficiente di determinazioni sperimentali, del valore fotometrico dei becchi a gas di data consumazione e delle lampade elettriche che vi si sostituiscono in generale. Conviene infatti in questo confronto tener conto del fatto che la sostituzione della luce elettrica a quella del gas importa generalmente un aumento di potere illuminante.

XLV. Medaglia d'argento per una applicazione qualunque dell'elettricità nell'industria dell'impressione.

I concorrenti potranno essere di qualunque nazionalità. Le memorie, i disegni, i campioni, ecc., dovranno essere contrassegnati da un motto, e inviati franchi di porto, entro il 15 febbraio 1895, al presidente della Società industriale di Mulhouse, scrivendo in una busta chiusa il nome esatto e l'indirizzo del concorrente.

I. B.

Macchine Wood per correnti alternanti.

L'*Electrical World* del 30 giugno illustra alcuni nuovi apparati costrutti dalla casa Fort Wayne, secondo i tipi dell'ingegnere Wood. Gli alternatori, che la casa costruisce variano in grandezza da 37,5 fino a 300 kw; il tipo è quello a poli radiali, coi nuclei induttori di ghisa fusa, e i pezzi polari incisi profondamente per evitare le correnti di Foucault; l'eccitazione è in compound, con uno degli avvolgimenti percorso da una corrente continua separata, e l'altro da una frazione della corrente della macchina, raddrizzata. L'armatura è di lamiera, con una piccola quantità di filo avvolto intorno; nei nuclei di essa l'induzione arriva a 8000 unità. La corrente eccitatrice è prodotta da una dinamo ausiliaria, mossa da una puleggia assicurata alla estremità dell'albero.

(1) Il Comitato si riserva di dare una medaglia d'onore, d'argento o di bronzo, o anche una somma di denaro, secondo il merito dell'invenzione.

Notevole è la costruzione dei trasformatori. In essi gli avvolgimenti, appena eseguiti, e isolati con mica, sono sottoposti a una tensione di prova di 5000 volt alternanti fra il primario e il secondario; dopo vengono alquanto allontanati, inserito il nucleo, e tenuto fisso con cunei di legno, appositamente preparati per mantenersi isolanti. Si ripete poi la prova dell'isolamento, e si racchiude il trasformatore nella sua scatola di ferro, facendo uscir fuori i capi dei fili. Prima di mettere in uso l'apparecchio, si usa sottoporlo a una terza prova, verificando l'isolamento fra i due avvolgimenti, e fra ciascuno di essi e il nucleo, con una tensione sempre di 5000 volt; infine il trasformatore è sottoposto per 10 ore alla sua tensione normale. La caratteristica interessante dei nuovi tipi di trasformatori è che mediante una disposizione ingegnosa si provvede alla ventilazione dei due avvolgimenti racchiusi nella scatola; inoltre questa fa parte del circuito magnetico. Appendici speciali sono aggiunte per permettere lo appendimento del trasformatore su pali, pareti, ecc. oppure la sua fissazione su un piano orizzontale.

La stessa casa Fort-Wayne ha intrapreso inoltre la costruzione di altri apparati accessori per circuiti a correnti alternanti, come interruttori a mano, valvole fusibili, ecc.; degne di nota sono specialmente le valvole fusibili a uno e a due poli, in cui i varii particolari sono stati studiati accuratamente, e in modo originale. G. G.

Sull'equazione differenziale della corrente elettrica *per* T. H. Blakesley (1).

L'A. stabilisce che le espressioni matematiche ordinarie della corrente elettrica non riescono a spiegare tutti i fenomeni elettrici conosciuti, ma che è necessario ammettere certe proprietà della materia delle quali abitualmente non si tiene calcolo.

Nell' equazione differenziale $V - L\frac{di}{dr} = R\,i$ in cui V è la forza elettrica, L l'autoinduzione, R la resistenza ed i l' intensità della corrente, non si tiene conto che dell'energia spesa in calore.

Per calcolare in quest' equazione l'energia consumata in irradiamento nello spazio bisogna aggiungere al secondo membro un termine λi; il coefficiente λ, generalmente è piccolo, ma non lo è in alcuni casi, ad esempio nelle correnti di alta frequenza, dove può crescere assai rapporto ad R. In questo caso l'energia spesa nel circuito diventa assai più piccola di quella che ne è irradiata.

L'A. crede che la minima intensità degli effetti fisiologici delle correnti di Tesla dipenda appunto dal fatto, che la minor parte dell'energia di queste correnti attraversa il corpo dello sperimentatore, mentre la più grande si dissipa per irradiamento. I. L. L.

(1) *Philosophical Magazine*, XXXV, p. 419.

La fosforescenza a basse temperature, *per il prof.* James Dewar (*).

La produzione di ossigeno liquido in grande quantità ha fornito i mezzi convenienti per studiare il comportamento di sostanze esposte alla luce alla temperatura di 82° c. sotto zero. Dal fatto che a basse temperature l'azione chimica è quasi, se non interamente, scomparsa, l'A. fu condotto a provare se cessava anche l'azione fotografica: riscontrò che ciò non avviene, sebbene quella diminuisca dell'80 % ed anche più. Durante queste investigazioni egli notò che l'apparecchio col quale sperimentava era diventato fosforescente e così fu condotto a studiare la fosforescenza a basse temperature.

Incominciando con gelatina e celluloide, sostanze che adoperava nei suoi esperimenti fotografici, trovò che diventavano molto luminose se erano portate a 82° c. ed esposte al raggio di una forte luce elettrica. Nello stesso modo ottenne la fosforescenza con molte altre sostanze organiche, come avorio, osso, guttaperca, guscio d'ova, piume, cotone, lana, lino, cuoio, fiori, ecc. Uno dei corpi che davano la più bella fosforescenza era un sale complesso, il platino-cianuro d' ammonio, che risplendeva con una brillante colorazione verde. Il bianco d'uova era più risplendente che il tuorlo, e mandava una bella fosforescenza turchina se veniva raffreddato all'esterno di un tubo ed esposto alla luce che passava attraverso una lente di quarzo, in modo cioè che non ci fosse vetro che arrestasse i raggi ultra-violetti.

Da questi ed altri esperimenti, il prof. Dewar è condotto a concludere per ora che un corpo è tanto più suscettibile di fosforescenza quanto più è complesso nella sua struttura, forse perchè, in certo modo, la sua struttura lo rende adatto a ritenere con maggiore facilità le onde luminose. L'acqua pura è debolmente fosforescente, ma la diventa moltissimo con la minima traccia d' impurità. Così un piatto metallico perfettamente pulito non è fosforescente, ma una minima quantità di grasso, come quella lasciata col solo toccarlo con la mano, lo rende brillantemente luminoso.

L'ossigeno si presta alla fosforescenza in un modo curioso. Allo stato gassoso diventa luminoso in presenza di una scintilla elettrica che scocchi in un grosso tubo vuoto; ma, strano a dirsi, in questo caso la presenza di una traccia di materia organica distrugge l'effetto. L'A. ha constatato che una o due goccie d'etere o di un profumo in una stanza rendono impossibile l'esperimento per diverse ore. La proprietà della fosforescenza è comune ai composti dell' ossigeno, ma non si riscontra nell' idrogeno o in qualsiasi altro gas. Che la fosforescenza sia dovuta ad una specie di cambiamento molecolare nell'ossigeno è dimostrato dal fatto che durante il processo si forma dell'ozono. I B.

(*) *Royal Inst. Proc.* July 5, 1894.

CRONACA E VARIETÀ.

Il telefono fra Brescia e Cellatica. — Fra pochi giorni verrà compiuta la linea telefonica che congiungerà Cellatica (km. 7,500 circa da Brescia) colla intiera rete di questa città.

A Cellatica vi sarà una posta telefonica pubblica nel Caffè Eugenio Duina - analoga a quella esistente a Brescia allo scalo merci P. V. - dalla quale chiunque potrà esser messo in comunicazione con qualunque abbonato della città pagando una tassa fissa.

Da Brescia poi si potrà telefonare a qualunque persona residente in Cellatica, prestandosi il proprietario del Caffè suddetto ad avvisare gli interessati.

Vogliamo sperare che la utile iniziativa presa da parecchi abitanti di Cellatica sarà seguita anche dagli abitanti dei numerosi comuni, che in seguito a R. decreto 12 giugno 1893 furono compresi nella rete telefonica di cui ha la concessione la Società telefonica bresciana.

L'elettricità che uccide. — Il 18 luglio all'officina elettrica dei Cerchi in Roma rimase fulminato dalla corrente elettrica l'operaio Severino Miari.

Erano le ore 18 e l'officina dei Cerchi non funzionava ancora; però essa riceveva corrente elettrica a 2000 volt dalla stazione di distribuzione a Porta Pia, che a sua volta è alimentata dalla corrente di Tivoli. L'officina dei Cerchi mandava perciò corrente di Tivoli nei canapi che da lei irradiano in città.

Per soddisfare a queste condizioni, all'officina dei Cerchi nelle ore pomeridiane arriva la corrente elettrica ad uno dei diversi commutatori che in essa sono installati, e sopra il commutatore al quale arriva corrente si accende automaticamente una lampada ad incandescenza, come segnale di allarme, e v'è un voltmetro che indica il potenziale.

L'operaio Miari per un'inesplicabile distrazione andò con uno straccio in mano a ripulire quel commutatore, e cadde fulminato.

Nello straccio si riscontrarono tre bruciature, della grandezza di 1 cm.^{2}, corrispondenti alle tre lesioni che egli riportò alle dita della mano destra. Al dito anulare la lesione fu più grossa e profonda, della superficie di un centesimo.

All'operaio fulminato fu immediatamente tentata la respirazione artificiale, proseguita poi per circa due ore dai medici del vicino ospedale della Consolazione, tra i quali il valente prof. Ferraresi, che arrivarono all'officina pochi minuti dopo la fulminazione. Gli furono somministrate docciature d'acqua fredda alla testa, senapismi ai piedi, respirazione artificiale coi sistemi meccanici più indicati, con ossigeno, ecc.; ma tutto ciò non valse a ricondurlo in vita.

Noi abbiamo voluto dare questi ultimi ragguagli, poichè nell'ultimo numero dell'*Elettricista* (pag. 192) riportavamo le conclusioni di una conferenza del D'Arsonval ed i risultati esperimentali del dottor Laborde, secondo i quali si faceva nutrire una certa speranza di salvezza per quegli sventurati colpiti dalla corrente ad alto potenziale.

Nuovo cavo transatlantico. — Il 2 dello scorso luglio la nave *Faraday* ha completato la posa del nuovo cavo transatlantico della *Commercial Cable Co.*, fra Waterville in Irlanda e Canso nella Nuova Scozia (V. *L'Elettricista*, 1° giugno 1894, pag. 166). Durante la posa non si è verificato alcun incidente pericoloso; soltanto una densa nebbia ha reso spesso molto difficili le operazioni. L'isolamento del cavo è riuscito perfetto.

La massima profondità, di 5 chilometri, fu trovata a circa 1200 miglia dall'Irlanda. La spedizione era diretta da Alessandro Siemens; egli il 23 giugno dal mezzo dell' Atlantico mandava al Duca di York la felicitazione per la nascita del figlio, e ne riceveva poi un altro di risposta, che lo ringraziava di quelle felicitazioni spedite in condizioni uniche al mondo.

Cavo transpacifico. — In una conferenza tenuta ultimamente in Ottawa è stato deciso in massima di costruire e di posare un cavo telegrafico sottomarino che riunisca direttamente il Canada con l'Australia e di fare intanto gli scandagli necessari. Alessandro Siemens che non è potuto intervenire alla conferenza, perchè trovavasi a dirigere i lavori di posa del cavo transatlantico, di cui parliamo più sopra, ha presentato il 10 luglio scorso un'offerta al governo di Dominion, con la quale egli si impegna di posare entro tre anni un cavo fra Vittoria (Colombia Inglese) a Sydney (New South Wales), ritenendo che gli scandagli già fatti del fondo del Pacifico siano sufficienti perchè si possa subito metter mano alla costruzione del cavo. La lunghezza totale del cavo sarà di circa 6000 miglia; la spesa totale viene preventivata in 50 milioni di lire.

Telefonia in Svizzera. — Una linea telefonica è stata stabilita fra S. Gallo e Appenzel.

Trazione elettrica in Russia. — L'Istituto imperiale degli ingegneri russi ha aperto un concorso per fornire le tramvie di Pietroburgo col miglior sistema possibile di motori elettrici.

I danni del telefono (1). — È un fatto noto ed accertato da molto tempo che nelle imboccature degli apparati micro-telefonici si depositano talvolta dei germi di malattia, che possono poi essere trasmessi ad altre persone che si servono degli stessi apparati. Riferisce l'*Electrical World* che uno dei più importanti giornali quotidiani di Filadelfia spiega al pubblico che ora i germi delle malattie sono trasmessi anche attraverso ai circuiti telefonici ed avverte i suoi lettori di non conversare per telefono con nessuna persona affetta da malattia contagiosa (! !).

La resistenza dell'acqua. — Dagli esperimenti eseguiti recentemente dal prof. Kohlrausch, sulla resistenza dell'acqua perfettamente pura, ri. sulta che uno strato di acqua dello spessore di un centimetro equivale a un conduttore di rame della stessa sezione trasversale, e lungo quanto basta per avvolgersi 10 volte intorno alla terra.

Legalizzazione delle unità elettriche. — Il Congresso nazionale degli Stati Uniti ha approvato un progetto di legge avente per iscopo di definire e stabilire ufficialmente le unità di misura elettriche.

L'illuminazione elettrica a Madrid. — Presentemente si contano a Madrid due grandi società d'illuminazione elettrica e tre piccole stazioni centrali; fra poco se ne impianterà una quarta.

Le due grandi società sono la *Compañia Madrilena de Electricidad*, la quale conta oggidì 3000 abbonati con 70,000 lampade, e la *Electricity Supply Co.* la quale ha press' a poco lo stesso numero di lampade: quest' ultima utilizza le correnti alternanti e fornisce la luce giorno e notte.

Una piccola stazione, da principio impiantata per il servizio del teatro « La Princesa », alimenta circa 6000 lampade.

Un'altra montata per l'illuminazione del teatro « Lara », alimenta circa 1500 lampade.

La terza, che funziona da un anno, produce un massimo di 200 ampere.

Infine una società che funziona presentemente a Carabanchel (piccolo villaggio a 6 chilometri da Madrid) ed alimenta a corrente alternata circa 600 lampade, ha fatto ora domanda d'impiantare un'officina più importante in Madrid stessa.

Tutte queste società fanno ottimi affari, specialmente la Madrilena la quale estende i suoi impianti con un aumento regolare di circa 2000 lampade al mese; essa quest'anno ha dato agli azionisti un dividendo dell'11 °/₀.

Lampade a filamenti multipli. — Recenti esperimenti fatti presso l'Ammiragliato Inglese hanno mostrato che le lampade a filamento multiplo si prestano molto meglio di quelle a filamento semplice per le segnalazioni ottiche notturne, poichè si spengono quasi istantaneamente al cessare della corrente e non lasciano quegli *strascichi luminosi* che si oppongono alla nitidezza dei segnali.

Trasmissione a corrente continua ad alta tensione. — La compagnia Schuckert di Norimberga ha compiuto l'installazione della luce elettrica a Sigmaringen, per la quale essa ha ottenuto una concessione di 40 anni. Due particolarità degne di nota in questo impianto sono l'uso degli accumulatori, e quello delle correnti continue con una tensione di 2200 volt.

La stazione generatrice è collocata a Lauchterthal, a 5 km. da Sigmaringen; ivi sono impiantate tre dinamo da 1,100 volt, e 61 ampere, una delle quali è di riserva, e le altre due sono collegate in serie fra loro, e mosse da una turbina di 182 cavalli, che utilizza una caduta d'acqua di 10 metri.

La corrente continua è condotta per mezzo del sistema a tre fili alla stazione secondaria in Sigmaringen, ove si trovano ugualmente impiantati tre motori dinamo, uno dei quali è di riserva, e gli altri due trasformano la corrente in un'altra di 170 ampere avente la pressione media di 260 volt; una porzione della corrente serve alla carica di accumulatori, che sono del tipo Pollak, un'altra è mandata direttamente alla rete di distribuzione, che alimenta 3000 lampade a incandescenza, 20 ad arco, e alcuni motori.

Nuovo sistema d'impianto delle officine elettriche. — L'*Eletrical World* del 26 maggio riporta la descrizione estesa di un nuovo metodo proposto per le officine elettriche da B. J. Arnold di Chicago; questo sistema risolve il problema di una connessione diretta fra due dinamo e due motori a vapore, fatta in modo da poter fare agire una qualunque delle due dinamo con una qualunque delle due motrici a volontà. Ciò è ottenuto per mezzo di alberi concentrici vuoti e pieni. I vantaggi di questo metodo saranno apprezzati generalmente nelle stazioni centrali di luce elettrica, o nelle officine generatrici di corrente per trazione elettrica.

Costo delle dinamo. — Secondo una recente asserzione del prof. Forbes, una grande dinamo a corrente alternata costa solo il 60 °/₀ di una dinamo a corrente continua della stessa capacità.

Nuovo wattmetro. — La General Electric Company americana ha messo in commercio un nuovo modello di wattmetri contatori, che si dice raggiungano il più alto grado di perfezionamento fra gli strumenti congeneri. Questi apparecchi sono del tipo Thomson, ma con molte modificazioni importanti; sono destinati per i circuiti a corrente continua a 500 volt, ma possono essere, ove oc-

corra, costrutti per qualunqne voltaggio. La loro utilità è specialmente rimarchevole per le misure di energia nelle tramvie elettriche, essendo che non risentono affatto alterazione per effetto di urti o scosse qualsiasi.

Campo magnetico girevole. — Désiré Korda ha presentato all'Accademia delle Scienze di Parigi un apparecchio destinato alla produzione di un campo magnetico girevole d'intensità costante, utilizzando solo una corrente monafase. Questo sistema rende possibile la messa in moto (demarrage) a pieno carico dei motori asincroni funzionanti con correnti alternative semplici. Permette inoltre d'inserire i motori a correnti trifasi su di una rete esistente a correnti monofasi, e può, nello stesso tempo servire da trasformatore di tensione.

Si compone infatti di un trasformatore a tre nuclei e di una bobina di forte auto-induzione a nucleo mobile.

Ferrovia elettrica sotterranea. — A Parigi saranno presto incominciati i lavori di costruzione di una ferrovia elettrica fra il Bois de Boulogne e la Porte de Vincennes; il percorso sarà sotterraneo, lungo 11 km.; la velocità dei treni 20 km. l'ora.

Ferrovia elettrica aerea. — Gli ingegneri della ferrovia Baltimora-Randellstown hanno deciso di sperimentare il sistema di ferrovia aerea Barrows ad accumulatori a spese della compagnia; sarà perciò costrutta una linea di 7 km. in vicinanza di Baltimora.

La locomotiva Heilmann è attualmente impiegata in servizio giornaliero fra Parigi e Nantes, e percorre in un'ora la distanza di 60 km. fra le due città.

Rotaie continue. — Uno dei più gravi problemi che si presentano nella pratica della trazione elettrica consiste nell'assicurare la comunicazione elettrica fra le successive rotaie, quando queste si vogliono utilizzare per il ritorno della corrente. Fra gli ingegneri ormai una lunga esperienza ha stabilito la convinzione che nessun giunto soddisfa in modo sufficiente a questo scopo; onde vanno accentuandosi sempre più le ricerche rivolte a ottenere rotaie continue. È peraltro praticamente difficile risolvere questo problema senza urtare negli inconvenienti che conseguentemente sorgerebbero per il fatto dell'impedita dilatazione termica del metallo. In una linea americana recentemente costrutta si è avuto ricorso a una felice via di mezzo, lasciando la discontinuità nelle rotaie, ma assicurandone la comunicazione elettrica per mezzo di spranghe di ferro saldate elettricamente, senza metallo intermediario. Si spera con questo metodo di ottenere una soddisfacente soluzione del problema.

Ferrovia elettrica fra New-York e Washington. — Il *Scientific American* porta la descrizione della ferrovia elettrica progettata fra New-York e Washington.

La linea riposerebbe sul suolo e su di una sola serie di sostegni e si comporrebbe di una struttura a forma di U, portante al centro un binario principale ed ai lati due secondari, uno dei quali completerebbe col primo il circuito elettrico.

Non citiamo i diversi particolari riportati dallo « Scientific » trattandosi di un progetto, diciamo solo che la velocità del treno in questione dovrebbe essere di 180 a 200 chilometri all'ora.

Riscaldamento delle vetture coll'elettricità. — D'inverno sulla ferrovia elettrica del Mont-Salère (Ginevra), non essendo percorsa da più di due o tre vetture contemporaneamente, si trae partito dell'eccesso di potenza elettrica per riscaldare i vagoni. Ogni vettura è provvista di due scatole di resistenza di $0.62 \times 0.30 \times 0.18$, collocate sotto i sedili. Ciascuna di queste scatole ha 42 avvolgimenti di 6 metri di filo di ferro galvanizzato di 1 mm. Gli avvolgimenti sono riuniti in serie e attraversati da una corrente di 500 volt e 15 amp. presa direttamente al binario. Il filo di ferro viene portato subito a 100°, in modo che è sufficiente farvi passare la corrente da 15 a 20 minuti, per portare la temperatura dei vagoni a 20° anche nei giorni più freddi.

Perforatrice elettrica. — La *Jeffrey Manufacturing Co.*, di Columbus, Ohio, ha messo in commercio una perforatrice elettrica per miniere di carbone. La punta di trapano è mossa per mezzo di un ingranaggio da un motore a corrente continua, che, per mezzo di un involucro ermetico, si trova completamente riparato dagli agenti esterni.

Il tipo più grande di questa macchina ha una potenza normale di 4 cav., che si può far salire sino a 9, senza inconvenienti; nella roccia dura antracitifera essa può scavare in 2 minuti e mezzo un foro di 5 cm., profondo 2 m., prendendo 17 amp. e 220 volt.

Il rendimento commerciale è uguale a 80 %, e il peso non sale oltre 70,0 80 kg.

Dott. A. Banti, *Direttore responsabile*.

Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

L'associazione è obbligatoria per un anno ed ha principio sempre col 1° gennaio. — L'abbonamento s'intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto dall'abbonato entro ottobre.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista,* Via Panisperna, 193.

.o III. 1° Settembre 1894 Num. 10.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

Prezzi d'Abbonamento annuo:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 1?

Direzione ed Amministrazione: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

INFLUENZA DEL MAGNETISMO E DELLE AZIONI MECCANICHE

SUI FENOMENI TERMOELETTRICI.

Studio di A. BATTELLI.

In uno studio sul valore assoluto del fenomeno Thomson in diversi metalli (1) aveva il Battelli riscontrato che il ferro soltanto fra tutti i metalli da lui cimentati si sottraeva alla legge che i valori del fenomeno stesso fossero proporzionali alle temperature assolute. Anche il Tait avea già trovato delle irregolarità nel comportamento termo-elettrico del ferro (2); anzi nel suo laboratorio e sotto la sua direzione, fu confermata dai sigg. Shand e Morison (3) con metodo indiretto l'eccezione riscontrata dal Battelli. Il prof. Tait trasse da ciò la conseguenza che non solo è pressochè impossibile ottenere del ferro assolutamente puro, ma che inoltre le più piccole impurità valgono a produrre in esso un così notevole effetto.

Siccome però le impurità, per certo esistenti anche negli altri metalli studiati, non avevano prodotto in essi nulla di simile, la spiegazione del prof. Tait apparisce alquanto vaga. Di qui l'origine degli studi del Battelli, il quale ha creduto importante l'esaminare se per caso talune delle modificazioni, a cui può andar soggetto un corpo magnetico col cambiar delle condizioni in cui si trova, e alcuni mutamenti per i quali esso fosse passato, non potessero dare un'interpretazione più concreta del suo comportamento nei fenomeni termoelettrici.

Il Battelli riferisce in tre note (4) una serie di esperienze, nelle quali con apparecchi opportuni ed usando le più minuziose cautele per eliminare anche le più piccole cause di errore (cosa indispensabile in questo genere di delicatissime ricerche) studia l' influenza del magnetismo e delle azioni meccaniche sui fenomeni termoelettrici.

Riassumerò brevemente i risultati di queste ricerche.

Nella prima nota l'A. si rivolge ad investigare quali variazioni possono produrre sul l' effetto Thomson la magnetizzazione sia longitudinale, che trasversale e lo stiramento.

(1) Atti dell'Accademia delle scienze di Torino. Vol. XXII, pag. 48 e pag. 539.

(2) *Trans. Roy. Soc. of Edinburg.* Vol. XXVII.

(3) *Proceed. of the Roy. Soc. of Edin.* Mar. 1888, pag. 127.

(4) Atti del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti. Tomo IV, serie VII, 1893.

Fino al limite di sensibilità (la quale era molto grande) di queste esperienze si può concludere che per intensità del campo magnetico non superiori a 15000 unità (C. G. S.) nè la magnetizzazione trasversale, nè la longitudinale esercitano influenza alcuna sul fenomeno Thomson nel ferro e nel nickel: nemmeno lo stiramento altera sensibilmente il valore di questo fenomeno nei due medesimi metalli.

La seconda nota s'occupa dell' influenza del magnetismo trasversale e longitudinale sull'effetto Peltier. Le conclusioni che si deducono con certezza dalle esperienze, possono riassumersi così:

1. Il magnetismo trasversale aumenta il valore dell'effetto Peltier nella coppia *Fe-Cu*, per modo che (essendo negativo l'effetto stesso in detta coppia) l'effetto Peltier in una coppia $Fe_{(\text{non magn.})}$ - $Fe_{(\text{magn. trasv.})}$ risulta positivo;

2. La medesima influenza (sebbene negli esperimenti dell' A. appaia sensibile soltanto per grandi forze magnetizzanti) pare abbia il magnetismo trasversale sul fenomeno Peltier nella coppia *Ni-Cu*; e siccome in questa il fenomeno ha valore positivo, il fenomeno stesso in una coppia $Ni_{(\text{non magn.})}$ - $Ni_{(\text{magn. trasv.})}$ risulterebbe negativo;

3. L'azione del magnetismo trasversale sull'effetto Peltier nel ferro (e probabilmente anche nel nickel) aumenta un po' più che proporzionalmente al valore della intensità del campo, per intensità non molto grandi, ma poi comincia a variare più lentamente finchè tende a rimanere costante.

Le curve che rappresentano le variazioni dell'effetto Peltier in funzione dell'intensità del campo, assomigliano alle curve della magnetizzazione.

4. Il magnetismo longitudinale esercita la sua azione sul fenomeno Peltier nel ferro e nel nickel, nello stesso senso e nella stessa guisa del magnetismo trasversale, ma in più larga misura (le variazioni sono circa 2,5 volte più grandi sul ferro, e 1,5 volte circa pel nickel).

5. Il magnetismo lungitudinale altera maggiormente il fenomeno Peltier in una coppia in cui il ferro conserva polarità residua, di quello che se il ferro è allo stato neutro. Eguale fenomeno non fu constatato pel nickel.

Nella terza nota, molto più estesa delle altre, l'A. studia l'azione del magnetismo e dello stiramento sulla forza termoelettromotrice.

Ecco le conclusioni:

1. Il ferro magnetizzato trasversalmente è termoelettico *positivo* rispetto al ferro non magnetizzato; e la forza elettromotrice della coppia da essi formata va crescendo coll'aumentare dell' intensità del campo magnetico, dapprima quasi proporzionalmente a quest'ultima, indi più lentamente, finchè tende a divenire costante.

2. Nella coppia Fe_{nat} - $Fe_{\text{magn. long.}}$ la forza termoelettromotrice è diretta pure dal ferro non magnetizzato verso il ferro magnetizzato attraverso la saldatura calda; però essa ha un valore assai più grande che nella coppia antecedente; e la sua rappresentazione in funzione dell'intensità del campo magnetico assomiglia, assai più che per la coppia antecedente stessa, alla curva della magnetizzazione.

3. Nella coppia Fe_{nat} - $Fe_{\text{magn. long.}}$ si osserva, per riguardo al comportamento termoelettrico, un fenomeno di isteresi; cioè i valori delle forze elettromotrici ottenuti in campi di determinate intensità sono più piccoli, quando le intensità si fanno variare in senso crescente che quando si fanno variare in senso inverso.

4. La detta isteresi della forza termoelettromotrice e quella della magnetizzazione del ferro non sono corrispondenti.

5. Il magnetismo residuo nel ferro ingrandisce il valore della forza elettromotrice delle coppie, di cui esso fa parte, allorchè queste si trovano nel campo magnetico,

ma non altera sensibilmente la forza stessa, quando le coppie sono tenute fuori del campo.

6. Il nickel sotto l' azione del magnetismo trasversale riceve uno spostamento appena percettibile nella scala termoelettrica, diventando negativo rispetto al nickel non magnetizzato.

Nello stesso senso, ma in misura molto più grande, viene spostato il nickel sotto l'azione del magnetismo longitudinale; e le curve che rappresentano i valori della forza elettromotrice nella coppia $Ni_{\overline{\text{non magn.}}}\ Ni_{\text{magn. long.}}$ in funzione dell'intensità del campo magnetico, mostrano un andamento abbastanza simile alle curve analoghe per il ferro.

7. Nella coppia $Ni\text{-}Ni_{\text{magn. long.}}$ si osserva, come nella corrispondente coppia di filo di ferro, il fenomeno di isteresi; tuttavia con minore evidenza. Ma l'A. non potè constatare, come aveva fatto per il ferro, se vi fosse o no corrispondenza fra gli spostamenti dovuti all'isteresi nella curva di magnetizzazione e in quelli della forza termoelettromotrice. Invece l'A. trovò che il magnetismo residuo altera i valori che avrebbe assunto la forza elettromotrice della coppia suddetta, sia allorchè questa era fuori del campo magnetico, sia allorchè veniva sottoposta a magnetizzazione; aumentando i detti valori, e maggiormente quando la polarità residua era più grande.

8. Fra le intensità di magnetizzazione dei fili di ferro e dei fili di nickel magnetizzati longitudinalmente, e le variazioni della forza elettromotrice delle coppie, di cui fanno parte, corre discreta proporzionalità, per intensità non molto grandi; ma poi le forze elettromotrici crescono più rapidamente delle intensità, e allorchè queste sono divenute costanti, quelle non lo sono ancora.

9. Nella coppia $Fe_{\overline{\text{non tirato}}}\ Fe_{\text{tirato}}$ la forza elettromotrice è diretta dal primo al secondo attraverso alla saldatura calda, quando la tensione a cui il filo tirato viene sottomesso non fa oltrepassare al filo stesso il limite di elasticità. I valori della forza elettromotrice aumentano al crescere del peso tensore, meno rapidamente del peso medesimo, e raggiungono un massimo forse un poco prima che il filo abbia oltrepassato il limite di elasticità.

10. Anche in questa coppia si presenta il fenomeno dell'*isteresi*: cioè, si hanno (corrispondentemente agli stessi pesi) valori della forza elettromotrice più grandi durante il caricamento, che durante lo scaricamento.

11. Al variare del modulo di elasticità del filo sotto trazione (*coeteris paribus*) varia pure nello stesso senso il valore della forza elettromotrice di detta coppia, ma sempre meno rapidamente di man in mano che si arriva a moduli più grandi.

12. Nella coppia $Ni_{\overline{\text{non tirato}}}\ Ni_{\text{tirato}}$ la corrente termoelettrica va dal secondo al primo attraverso la saldatura calda. Le curve che rappresentano i valori della forza elettromotrice in funzione dei pesi tensori, mostrano un andamento analogo a quelle spettanti al ferro; ma senza tendere spiccatamente verso un punto di inversione.

13. In questa coppia non si potè riscontrare il fenomeno dell'*isteresi*. Invece si manifestò in essa più largamente che nel caso del ferro, l' influenza della variazione del modulo di elasticità del nickel tirato; e precisamente la forza elettromotrice diminuisce, mentre il modulo di elasticità aumenta.

14. Le curve che per le coppie in cui un metallo sia costituito da ferro e da nickel magnetizzati longitudinalmente, rappresentano le variazioni della forza termoelettromotrice in funzione dell' intensità del campo (o pur anco in funzione dell'intensità di magnetizzazione), non hanno lo stesso andamento delle curve che rappresentano le analoghe variazioni in funzione dei pesi tensori (o degli allungamenti) nelle coppie di cui un metallo sia ferro o nickel sotto trazione.

Terminato così di esporre le conclusioni del lavoro inserito negli atti dell' Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, credo opportuno di ricordare un'altra nota dell'A. stesso, apparsa dopo nei rendiconti dell'Acc. dei Lincei (1), nota che serve di complemento agli studi ora ricordati.

Basandosi sui dati delle esperienze, che formano oggetto delle tre note succitate, l'A. prova in questa nota che i metalli magnetizzati seguono nel loro comportamento termoelettrico le leggi di Tait, omai largamente dimostrate dall'esperienza per i metalli allo stato naturale.

Stabilito questo fatto importante, l'A. calcola a quale grandezza ascendono, secondo la teoria, le alterazioni del fenomeno Thomson e trova che le variazioni del fenomeno Thomson per effetto del magnetismo, nel ferro e nel nickel, sono picolissime: nel caso più favorevole, di un'asta di ferro portata in un campo magnetico d' intensità di circa 17,000 unità (C. G. S) parallelamente alle linee di forza, la variazione che subisce il fenomeno Thomson, in una regione alla temperatura di 50° c. è circa di $^1/_{75}$ del suo valore totale.

Stante la piccolezza di questa variazione, si comprende come l'A. abbia potuto trovare un risultato negativo nella sua prima nota.

Ezio Crescini.

(1) *Sul comportamento termoelettrico dei metalli magnetizzati.* Vol. II, 1° sem, serie 5ª, fasc. 6.

PRINCIPI FONDAMENTALI

DELLA TEORIA DEI CIRCUITI MAGNETICI

E LORO APPLICAZIONE

(Continuazione, vedi pag. 210).

15. — Supponiamo ora un tubo qualsiasi AB di sezione infinitesima, ma che non sia più tubo di forza; in ogni punto del suo asse, H fa un certo angolo θ coll'asse stesso, per cui, tenendo le stesse notazioni di prima si ha la f. m. m. lungo l'asse AB data da

$$M = \int_A^B H_s ds = \int_A^B H ds \cos\theta .$$

Ora, detta $\delta\Sigma$ la sezione normale, e $\delta\Phi$ il flusso attraverso la medesima,

$$\delta\Phi = B\,\delta\Sigma \cos\theta .$$

Si ricava di qui $B = \frac{\delta\Phi}{\delta\Sigma}\frac{1}{\cos\theta}$ e quindi $H = \frac{1}{\mu}\frac{\delta\Phi}{\delta\Sigma}\frac{1}{\cos\theta}$; sostituendo questo valore nella formola che dà M, il $\cos\theta$ sparisce, e rimane

$$M = \int_A^B \frac{\delta\Phi}{\delta\Sigma}\frac{1}{\mu} ds \qquad (6)$$

formola analoga alla (1), con la differenza che $\delta\Phi$, essendo variabile, sta sotto il segno integrale.

Nel caso che il tubo sia chiuso, si ha poi

$$(7) \qquad 4\pi Q = \int_A^B \frac{\delta\Phi}{\delta\Sigma} \frac{1}{\mu} ds,$$

cioè la stessa formola che vale per i conduttori elettrici non isolati. Applicando le formole (6) e (7) a una rete di tubi infinitesimi si ricavano infine formole analoghe a quelle di Kirchhoff.

Si può supporre che per tutta la lunghezza di un tubo sia $\delta\Phi$ costante senza bisogno che si tratti di un tubo di forza; allora si riottiene la formola $M = \delta\Phi \int_A^B \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}$.

Prendendo un fascio di tubi siffatti si ricava poi la formola $\Phi = \int\int \frac{M}{\int \frac{ds}{\mu\,\delta\Sigma}}$ valevole per un caso ancor più generale che non quello per cui l'avevamo prima dedotta.

16. — Possiamo dedurre altri teoremi corrispondenti facendo ipotesi diverse.

Siano due superficie equipotenziali infinitamente vicine, a distanza δs variabile (computata secondo la normale). Il flusso attraverso un elemento di superficie $d^2\Sigma$, dell'una di esse è $B\,d^2\Sigma$, cioè $\mu H\,d^2\Sigma = \mu \frac{\delta V}{\delta s} d^2\Sigma$, essendo δV la differenza di potenziale fra le due. Allora il flusso attraverso una porzione finita di superficie è

$$\Phi = \int\int B\,d^2\Sigma = \int\int \mu \frac{\delta V}{\delta s} d^2\Sigma,$$

ossia

$$(8) \qquad \Phi = \delta V \int\int \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}.$$

Anche qui abbiamo dunque la formola di Ohm, essendo δV la f. m. m., e l'altro fattore $\frac{1}{\int\int \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}$ la resistenza magnetica.

Prendiamo ora una serie di superficie equipotenziali, terminate tutt' intorno da una superficie tubulare arbitraria, entro la quale esse si succedano stratificando il volume del tubo compreso; si suppone, beninteso, che questo volume non sia percorso da correnti, altrimenti non si avrebbero superficie equipotenziali.

Detta M la f. m. m. totale agente fra le due basi del tubo, si ha

$$M = \int \delta V.$$

Ma poichè dalla detta formola precedente risulta che

$$\delta V = \frac{\Phi}{\int\int \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}$$

si ha, sostituendo,

$$(9) \qquad M = \int \frac{\Phi}{\int\int \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}.$$

Se il tubo poi è rientrante

$$(10) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4\pi Q = \int \frac{\Phi}{\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}} .$$

Se Φ è costante, il che accade, in particolare, per un tubo di forza

$$(11) \quad \ldots\ldots\ldots \quad M = \Phi \int \frac{1}{\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}} ,$$

$$(12) \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4\pi Q = \Phi \int \frac{1}{\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}} .$$

17. — Infine supponiamo due superficie, non più equipotenziali, ma sempre infinitamente vicine; detto θ l'angolo compreso fra la direzione della forza magnetica, e la normale a un elemento $d^2\Sigma$ di una di esse, si ha in

$$d^2\Phi = B\, d^2\Sigma \cos\theta$$

il flusso attraverso l'elemento stesso. La f. m. m. δV agente lungo l'elemento di normale δs intercettato fra le due superficie ha per espressione

$$\delta V = H \delta s \cos\theta.$$

Eliminando $\cos\theta$ e tenendo presente che $B = \mu H$, si ricava

$$d^2\Phi = \delta V . \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s} .$$

Quindi il flusso attraverso un elemento finito di superficie è dato da

$$(13) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \Phi = \int\int \delta V . \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s} ,$$

formola che si potrebbe estendere anche al caso di una serie di superficie, quando fosse δV costante per tutti i punti di ogni superficie.

In queste equazioni si deve sempre intendere che le doppie integrazioni sono estese alla serie doppiamente infinita degli elementi delle superficie che si considerano.

18. — Riassumendo, abbiamo per un tubo di forza, di grandezza finita, terminato a due superficie equipotenziali, o chiuso, le due equazioni (4) e (11) che, quantunque diverse, sono ambedue della forma

$$\Phi = \frac{M}{R}$$

differendo solo per essere espressa diversamente la stessa quantità R.

Per un tubo di forza terminato a due superficie qualunque abbiamo invece l'equazione (3) della forma

$$\Phi = \int\int M\, d^2\left(\frac{1}{R}\right)$$

infine per un tubo qualunque terminato a due superficie equipotenziali, o chiuso, l'equazione (9), della forma

$$M = \int \Phi\, dR$$

essendo $d^2\left(\frac{1}{R}\right)$ l'elemento di permeanza, e dR l'elemento di reluttanza magnetica.

Queste equazioni sono assolutamente identiche a quelle che valgonò, in tutti i casi corrispondenti, per la propagazione delle correnti elettriche nei conduttori; l'unica differenza essendo che la permeabilità magnetica, invece di essere una costante come la conducibilità elettrica specifica, è variabile in funzione di B; il che rende praticamente più difficile l'applicazione delle equazioni medesime, pur non alterandone la forma.

Ora l'identità che abbiamo riscontrato qui non è già un fatto casuale, bensì una conseguenza necessaria dei principii su cui ci siamo fondati; abbiamo dedotto infatti tutte le formole dei circuiti magnetici dalle seguenti leggi fondamentali: 1° L'induzione magnetica e la forza magnetica hanno la stessa direzione, e il rapporto $\frac{B}{H}$ delle loro grandezze è uguale alla permeabilità μ; 2° L'induzione magnetica soddisfa in ogni punto all'equazione di Laplace; 3° L'integrale di linea di H lungo ogni curva chiusa è uguale a una quantità M il cui valore può calcolarsi direttamente per mezzo dei dati del problema, e che può considerarsi quindi come un dato esso stesso.

Se noi in questi enunciati poniamo forza elettrica in luogo che forza magnetica, intensità unitaria di corrente in luogo di induzione magnetica, e conducibilità elettrica in luogo di permeabilità magnetica, otteniamo precisamente le leggi fondamentali dell'elettrocinetica, per i conduttori isotropi.

Poichè queste leggi fondamentali, la cui certezza è dimostrata, e da cui possono essere dedotte tutte le altre, sono comuni per i circuiti magnetici e per i circuiti elettrici, è evidente che ogni relazione, teorema, ecc... valevole per gli uni è applicabile ugualmente anche agli altri; ed è legittimato, dal punto di vista matematico, qualunque parallelo fra un caso qualsiasi di distribuzione del magnetismo e il caso corrispondente della propagazione dell'elettricità, purchè i due casi si corrispondano veramente in tutti i loro elementi. Se si ha così un corpo magnetizzato, e un corpo percorso da correnti; se questi corpi sono affatto identici, la permeabilità in ogni punto dell'uno è uguale alla conducibilità specifica nel punto corrispondente dell'altro, e la f. m. m. agente lungo qualsiasi linea tracciata nel primo è identica alla f. e. m. agente lungo la linea corrispondente tracciata nel secondo, siamo autorizzati a concludere che la stessa identità vi sarà, nei punti corrispondenti, fra l'induzione magnetica e la densità di corrente, e, per le superficie corrispondenti, fra il flusso magnetico e il flusso elettrico; se per l'uno dei due corpi sarà il caso di parlare di una resistenza elettrica, avremo pure per il secondo una resistenza magnetica, avente lo stesso valore, e così via. Va sempre inteso naturalmente che se i corpi in cui si propaga l'elettricità sono isotropi, tali devono essere anche quelli che si sottopongono a magnetizzazione, e affinchè ciò possa verificarsi, bisogna prescindere dal fenomeno dell'isteresi magnetica.

19. — Se non che è assolutamente necessario, quando si voglia restare nel campo della verità e non entrare in quello della fantasia, non leggere in queste ed altre simili deduzioni che possono farsi, nulla al di là di quanto in esse viene enunciato. Il calcolo dimostra che sono identiche certe formole dei circuiti magnetici a certe altre dei circuiti elettrici; ma non bisogna da questo dedurre che vi sia alcuna analogia fra i fenomeni a cui si applicano le prime formole, e quelli a cui si applicano le seconde. L'analogia esiste completa dal punto di vista matematico, ma, non ostante ciò, essa manca affatto dal punto di vista fisico; fra le grandezze degli elementi elettrici intercedono le stesse relazioni matematiche che fra le grandezze degli elementi magnetici, quindi in certi casi queste grandezze saranno uguali senza che perciò abbiano nulla che vedere gli elementi stessi gli uni con gli altri.

Per cui, se vi ha coincidenza fra alcune leggi fondamentali di elettricità e certe altre di magnetismo, siamo autorizzati a concludere che la coincidenza si estenderà in ambo i casi alle altre che possono esserne dedotte: ma nient'altro possiamo affermare.

Questa coincidenza non accade più per i fenomeni in cui entrano elementi diversi da quelli compresi in quelle certe leggi fondamentali citate più sopra; il che prova come essa non possa essere considerata come l'espressione di un fatto naturale.

Le formole del magnetismo che corrispondono a quelle di elettricità sono quelle che determinano le leggi di distribuzione dell'induzione nelle sostanze magnetiche; ma questa corrispondenza sparisce per le formole relative a tutti i fenomeni di altra natura che entrano nella teoria del magnetismo. Quando si vada a considerare non solamente la legge di distribuzione dell'induzione magnetica e della corrente elettrica, ma le leggi secondo cui l'energia viene prodotta e assorbita, da una parte nella magnetizzazione di un corpo, e dall'altra nel percorso della corrente in un conduttore, vediamo che l'analogia scompare del tutto.

Nella conduzione elettrica abbiamo un fenomeno ben caratterizzato di propagazione continua, per cui l'energia è continuamente sottratta alla sorgente di elettricità, e viene continuamente dissipata nel circuito sotto forma di calore; mentre invece la magnetizzazione di un corpo qualsiasi non richiede energia per essere mantenuta, bensì la richiede per essere generata; e questa energia non viene dissipata in calore, ma accumulata per essere poi restituita invariata al cessare del magnetismo.

Questo solo ragionamento basta a mostrare come i paragoni che si possono fare fra i circuiti magnetici e quelli elettrici non valgono se non solo dal punto di vista matematico e nei limiti che sono stati accennati.

Non è peraltro impossibile stabilire fra i fenomeni di magnetismo e quello di elettricità, un parallelo più perfetto, fondato su vere analogie naturali, e capace di esser esteso ad abbracciare tutti i fatti conosciuti; ma per far ciò conviene istituire il confronto in modo affatto diverso, cominciando, p. es., col mettere in relazione i corpi paramagnetici non più con le sostanze conduttrici, bensì con i dielettrici. Non è nel mio assunto estendermi su questo confronto, che mi basta avere accennato; lo sviluppo di esso forma il cardine dell'opera classica di Heaviside « *Electromagnetic Theory* ».

Qui lo scopo prefissomi era semplicemente quello di ricavare matematicamente le formole essenziali occorrenti pel calcolo dei circuiti magnetici, e confrontarle con quelle che valgono per i circuiti elettrici. Dalla discussione fatta risulta la prova della loro analogia, quindi la giustificazione del metodo che consiste nell'applicare ai circuiti magnetici gli stessi procedimenti di calcolo che si usano nelle questioni relative ai circuiti elettrici. Quantunque questa analogia non sia l'espressione di un fatto fisico, essa è rigorosamente valida, e riesce, come vedremo, di grande utilità pratica.

Per provare ciò, conviene occuparsi del modo con cui si fa applicazione dei risultati ottenuti; a tale scopo indicherò alcuni metodi d'approssimazione, ai quali si deve ricorrere nella discussione di quei problemi che sarebbe impossibile risolvere esattamente.

(Continua). *Ing.* GIOVANNI GIORGI.

REGOLATORE PER MOTORI ELETTRICI

di LUNDELL & JOHNSON.

L'apparecchio si compone di due cilindri isolanti C e C^1, su cui sono fissati dei pezzi conduttori a ponte P, P^1, che, girando i cilindri, vengono in contatto mercè i loro ribordi colle molle S, S^1. I pezzi a ponte P servono ad interrompere il circuito w in dieci punti contemporaneamente; tale interruzione, prodotta dalla rottura del contatto fra i pezzi a ponte P e la molle S, ha luogo ogniqualvolta, in seguito alle chiusure od aperture di contatto fra i pezzi a ponte P^1 e le rispettive molle S^1, si modificano i collegamenti al circuito degli avvolgimenti principali e secondarî del motore. Due sono gli avvolgimenti indotti, A ed A^1, e due gli avvolgimenti induttori, F ed F^1 e questi restano sempre intercalati in serie rispetto ai primi. Il cilindro C^1, ruotando, modifica colle variazioni dei contatti l'inserzione di un avvolgimento induttore rispetto all'altro e di un avvolgimento indotto rispetto all'altro ed inserisce o toglie dal circuito una resistenza ausiliaria R, in guisa che si ottengono le seguenti combinazioni di collegamenti, corrispondenti a tante velocità diverse (vedi fig. 2, dove il cilindro C^1 è rappresentato sviluppato):

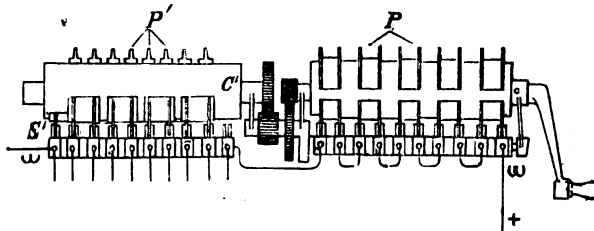



Fig. 1.

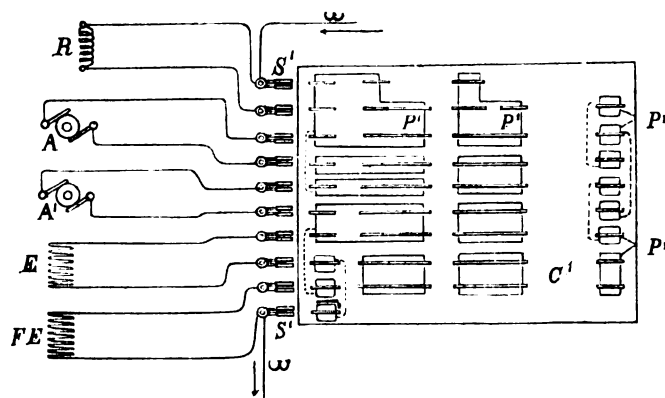



Fig. 2.

1) i due circuiti indotti A, A^1 in parallelo ed i due circuiti induttori F, F^1 in parallelo, resistenza R fuori circuito.

2) come sopra, resistenza R nel circuito.

3) i circuiti indotti A, A^1 in parallelo, quelli induttori F, F^1 in serie, resistenza R nel circuito.

4) i due circuiti indotti ed i due circuiti induttori in serie, resistenza R fuori del circuito.

5) come sopra, resistenza R nel circuito.

6) come sopra, corrente invertita negli indotti.

Il cilindro C ruota, facendo girare la manovella, e comunica un movimento di rotazione con velocità alquanto ridotta al cilindro C^1 affinchè le interruzioni precedano le variazioni che si producono nel collegamento dei circuiti. Una ruota a periferia ondulata fissata sull'albero della manovella e nelle cui ondulazioni penetrano dei rulli di frizione, assicurati a leve oscillanti comandate da forti molle, servono ad arrestare i cilindri nelle posizioni corrispondenti ai vari regimi. E. V.

SULLA FRECCIA DELLE CONDUTTURE DI RAME

Nelle condutture elettriche libere, in quelle cioè nelle quali i fili sono sostenuti semplicemente in punti isolati, è interessante conoscere gli elementi geometrici e meccanici della curva, secondo cui si disegna l'asse dei fili stessi nelle diverse loro condizioni di tensione di temperatura. L'elemento geometrico più importante è la freccia del conduttore in funzione della sua temperatura; e la conoscenza di quest'elemento è particolarmente utile nel caso di condutture chiuse entro cunicoli sotterranei, perchè in tal caso il valore della massima freccia serve a determinare l'altezza massima, che il cuniculo deve avere, affinchè anche per la massima temperatura del conduttore, questo non venga nei suoi punti più bassi a toccare il fondo. L'elemento meccanico più importante è la tensione unitaria massima, cui viene ad essere sottoposto il materiale perchè, come è noto, questa deve sempre rimanere inferiore ad un determinato limite affinchè sieno soddisfatte le necessarie guarenzie di stabilità della costruzione.

La soluzione completa di questo problema forma parte di uno dei principali capitoli delle applicazioni della statica generale, che è quello relativo all'equilibrio dei fili flessibili ed estendibili. La curva di equilibrio di un filo perfettamente flessibile e inestendibile sospeso a due punti soli, è, come è noto, un arco di catenaria, e di questa curva sono note moltissime proprietà geometriche, che potrebbero completamente risolvere la presente questione. Ma quando, come nel nostro caso, il filo che si inflette non è perfettamente flessibile nè perfettamente inestendibile, le equazioni dell'equilibrio non si possono più integrare, e non si possono ottenere in forma finita le equazioni della curva. Tuttavia può notarsi che nel caso di cui ci occupiamo attualmente le frecce dei fili sono sempre molto piccole relativamente alla distanza dei punti d'appoggio, cosicchè le curve non differiscono molto dalla linea retta, e perciò possono nei calcoli essere ritenuti parabole. La parabola è esattamente la curva d'equilibrio nell'ipotesi della completa flessibilità e inestendibilità del filo e nell'ipotesi che il suo peso per unità di lunghezza sia proporzionale alla lunghezza della sua posizione orizzontale.

Il signor Joseph Herzog di Budapest in un articolo comparso nel 32° fascicolo di quest'anno dell'*Elektrotechnische Zeitschrift* di Berlino ha in quest'ipotesi studiato il quesito, e pur mantenendo la forma parabolica ha introdotto fra le variabili anche l'estensione che il filo subisce per la tensione giungendo a formule pratiche abbastanza semplici, che saranno certamente di valido aiuto agli elettrotecnici in molti casi. Per questo noi crediamo far cosa utile, riassumendo qui il procedimento e le conclusioni cui è provenuto.

Egli, pur facendo un breve cenno del caso in cui gli appoggi non sono allo stesso livello, il qual caso è meno frequente, cosicchè noi lo trascuriamo completamente suppone orizzontale la retta congiungente due sostegni successivi del filo. Di più supporre la sezione del filo di un millimetro quadrato, il che evidentemente non toglie nulla alla generalità, potendosi ritenere un conduttore qualunque costituito di tante fibre aventi la sezione unitaria e adotta le notazioni seguenti:

a = distanza fra gli appoggi;

f = freccia del tratto, ossia dislivello fra gli appoggi e il punto più basso, che è quello centrale del filo;

x, y = ascissa e ordinata di un punto qualunque dell'asse del filo rispetto al suo punto più basso scelto come origine delle coordinate e a due assi, uno orizzontale e uno verticale;

p = forza unitaria di tensione, cui è assoggettato il filo in corrispondenza del suo punto più basso. Questo è anche sensibilmente la tensione in qualunque altro punto, perchè le variazioni d'inclinazione dei singoli elementi del tratto sono molto piccole nel caso di piccole frecce;

ξ = peso di un metro lineare di conduttore.

Se si considera un tratto qualunque del filo limitato fra il punto più basso e il punto di coordinate xy, e si scrive l'equazione dei momenti rispetto a questo punto (xy) di tutte le forze, che sollecitano quel tratto, le quali forze sono le due tensioni alle estremità e il peso, si ha l'equazione:

$$(1) \quad p y = \frac{\xi x^2}{2}$$

Osservando che per $x = \frac{a}{2}$, $y = f$, si ha pure:

$$(2) \quad p f = \frac{\xi a^2}{8},$$

ed eliminando p dalle (1) e (2), deducesi l'equazione della curva in funzione di tutti elementi geometrici:

$$(3) \quad x^2 = \frac{a^2}{4f} y$$

La lunghezza dell'intero arco compreso fra i punti d'appoggio si può determinare mediante uno sviluppo in serie, se si vuol mantenere la forma parabolica: ma, se si ammette, lo che è sempre lecito in questi casi, che il tratto di parabola si confonda col tratto del circolo osculatore nel suo punto infimo, questa lunghezza è semplicemente

$$(4) \quad L = a + \frac{8}{3} \frac{f^2}{a}$$

Dalla (3) si ha pure, ponendo $y = f$, $x = \frac{a}{2}$:

$$(5) \quad f = \frac{a^2 \xi}{8 p}$$

Sostituendo questo valore di f nella (4), si deduce una seconda espressione della lunghezza, che è:

$$(6) \quad L = a + \frac{a^3}{24} \frac{\xi^2}{p^2}$$

Per introdurre poi fra le variabili del problema la temperatura e l'allungamento elastico per la tensione, l'autore pone le altre notazioni seguenti:

p_1, L_1 = tensione unitaria nel punto infimo e lunghezza dell'arco, quando la temperatura del conduttore è $-20°$ (1):

p_t, L_t = tenzione e lunghezza quando la temperatura è di $t°$ superiore a quella iniziale stabilita precedentemente:

α = coefficiente di dilatazione lineare per la temperatura:

λ = aumento di lunghezza di un metro del conduttore per l'aumento di un chilogramma nella forza di trazione.

(1) L'autore suppone questo come limite minimo possibile. Forse nei climi nostri questo limite è troppo basso; in ogni modo noi non l'abbiamo modificato per non modificare anche tutti i calcoli numerici, che riproduciamo in seguito.

Ciò premesso, si ha evidentemente:

$$(7) \quad \ldots\ldots \quad L_t = L_0 [1 + \alpha t + \lambda (p_t - p_0)] = a + \frac{a^3}{24} \frac{\xi^2}{p_t^2}$$

E poichè

$$(8) \quad \ldots\ldots\ldots \quad L_0 = a + \frac{a^3}{24} \frac{\xi^2}{p_0^2}$$

si ha pure:

$$(9) \quad \ldots\ldots \quad a + \frac{a^3}{24} \frac{\xi^2}{p_0^2} + L_0 [\alpha t + \lambda (p_t - p_0)] = a + \frac{a^3}{24} \frac{\xi^2}{p_t^2}$$

e, ponendo, il che è certamente lecito con sufficiente approssimazione,

$$(10) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \frac{L_0}{a} = 1;$$

si ottiene:

$$(11) \quad \ldots\ldots \quad \alpha t + \lambda (p_t - p_0) = \frac{a^2}{24} \left(\frac{\xi^2}{p_t^2} - \frac{\xi^2}{p_0^2} \right),$$

donde:

$$(12) \quad \ldots\ldots \quad t = \frac{a^2 \xi^2}{24 \alpha} \left(\frac{1}{p_t^2} - \frac{1}{p_0^2} \right) - \frac{\lambda}{\alpha} (p_t - p_0),$$

oppure:

$$(13) \ldots \quad t = \frac{1}{\alpha} \left[\left(\frac{a^2 \xi^2}{24} \frac{1}{p_t^2} - \lambda p_t \right) - \left(\frac{a^2 \xi^2}{24} \frac{1}{p_0^2} - \lambda p_0 \right) \right].$$

E, rammentando che:

$$(14) \quad \ldots\ldots\ldots \quad p_t = \frac{a^2 \xi}{8 f_t},$$

si ha pure:

$$(15) \quad \ldots \quad t = \frac{1}{\alpha} \left[\left(\frac{8}{3} \frac{f_t}{a^2} - \frac{\lambda \xi}{8} \frac{a^2}{f_t} \right) - \left(\frac{a^2 \xi^2}{24} \frac{1}{p_0^2} - \lambda p_0 \right) \right]$$

Così le equazioni (14) e (15) danno la tensione e la temperatura della freccia, che è un elemento facilmente misurabile.

In una terza parte del suo articolo l'autore si occupa della risoluzione numerica delle equazioni precedenti, e dei valori da darsi a tutte le costanti fisiche che in essa compaiono.

La grandezza del carico di rottura dipende dalla qualità del materiale e dal diametro dei fili. Questo è stato anche trovato dalla Commissione dell' esposizione di Francoforte. Se dunque si volesse tenere esattamente il medesimo coefficiente di sicurezza in conduttori di diametro diverso, si dovrebbe variare in ciascuno il limite dei carichi permanenti. Questo limite poi dovrebbe sempre essere inferiore a quello, oltre il quale si verificano nel filo allungamenti permanenti. Tuttavia pel rame che è il materiale più comune nelle condutture elettriche, questo limite è piuttosto basso, come risulta dalla tabella qui annessa (tabella I) del Bach, che si riferisce ad un cilindro di rame della lunghezza di 100 mm. e del diametro di mm. 25,2.

TABELLA I.

TENSIONE UNITARIA in chilogrammi	ALLUNGAMENTO TOTALE in centesimi della lunghezza primitiva	ALLUNGAMENTO PERMANENTE in centesimi della lunghezza primitiva	RAPPORTO fra l'allungamento permanente e quello totale in centesimi
1	0.0091	0.0001	1.1 %
2	0.0182	0.0008	4.4
3	0.0293	0.0025	8.5
4	0.0434	0.0066	15.2
6	0.0852	0.0210	24.6

I cilindri di diametro minore hanno maggiore elasticità, e quindi i numeri dell'ultima colonna sarebbero per essi anche più piccoli. Cosicchè è stato ritenuto opportuno tenere $p = 4$ Cg. per millimetro quadrato come limite ammissibile della tensione nei conduttori di rame, e che ammetteremo appunto verificarsi per la supposta temperatura minima di — 20°.

Ammetteremo poi i seguenti valori delle altre costanti fisiche, che compaiono nelle nostre equazioni:

$$\xi = 0{,}0089 \qquad \lambda = \frac{1}{10000} \qquad \alpha = 0{,}000017.$$

Così l'equazione (13) diviene:

$$(16) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad t = a^2\left(\frac{0{,}194}{p_t^2} - 0{,}0121\right) - p_t \, . \, 5{,}87 + 23{,}5 \, .$$

Per un valore costante di p_t la forma di quest'equazione è parabolica, e quindi pei diversi valori di p_t, si ha una famiglia di parabole, la quale costituisce la rappresentazione geometrica dell'equazione precedente.

L'equazione (15) invece coll'introduzione dei dati precedenti, diviene:

$$(17) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad t = 156800 \frac{f_t^2}{a^2} - 0{,}0065 \frac{a^2}{f_t} - a^2 \, . \, 0{,}012 + 23{,}5 \, .$$

La dipendenza fra t ed a per un costante valore di f in questo caso è di 4° grado. Quindi pei vari valori di f, la rappresentazione geometrica di questa equazione è costituita da una famiglia di curve del 4° ordine.

L'autore ha effettivamente dato una tavola grafica con queste due famiglie di curve sovrapposte. Mediante questa tavola si può a colpo d'occhio risolvere il problema importante negli impianti di condutture libere.

« Qual freccia si deve dare ad un filo avente una data temperatura teso fra appoggi collocati ad una determinata distanza, perchè la sua tensione non superi 4 chilogrammi per millimetro quadrato nelle condizioni di minima temperatura, che nel caso nostro è supposta di — 20° ? »

TABELLA II.

p_t	t	p_t	t	p_t	t
$p_t = 1$	$t = a^2\ 0.182 + 17.62$	$p_t = 2.4$	$t = a^2\ 0.0217 + 9.40$	$p_t = 3.8$	$t = a^2\ 0.0014 + 1.20$
1.2	$0.123 + 16.45$	2.6	$0.0170 + 8.30$	4.0	...
1.4	$0.087 + 15.27$	2.8	$0.0128 + 7.10$	4.2	$- 0.001 - 1.10$
1.6	$0.064 + 14.10$	3.0	$0.0096 + 5.90$	4.4	$- 0.002 - 2.50$
1.8	$0.047 + 12.90$	3.2	$0.0070 + 4.70$	4.6	$- 0.0028 - 3.50$
2.0	$0.036 + 11.80$	3.4	$0.0048 + 3.50$	4.8	$- 0.0036 - 4.70$
2.2	$0.028 + 10.60$	3.6	$0.0030 + 2.40$	5.0	$- 0.0043 - 5.90$

Senza riprodurre la tavola grafica, diamo qui per aiuto dei nostri lettori due tabelle (II e III), le quali danno gli elementi, che hanno servito alla costruzione della tavola grafica. La tabella II contiene la serie di equazioni, che si ottiene ponendo nella (16) successivamente diversi valori di p_t da 1 Cg. a 5 Cg. La III invece contiene la serie di equazioni, che si ottiene ponendo nella (17) successivamente i diversi valori di f_t da $0^m,1$ a $1^m,0$. In questa tabella si hanno pure alcuni gruppi di valori di t corrispondentemente alle diverse distanze a fra gli appoggi comprese fra 8^m e 55^m e ai diversi valori di f.

Tabella III.

FRECCIA f_t	EQUAZIONE $t = A\frac{1}{a^2} + B a^2 + C$			DISTANZA a														
				8	10	15	18	20	25	26	28	30	35	38	40	45	50	55
0.1	$1.568\frac{1}{a_2}$	$-0.077\ a^2$	$+23.5$	44.07	32.0	13.15	—	−3.4	−22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.15	3.530	0.055	23.5	—	53.3	26.8	—	12.32	−5.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.2	6.272	0.0445	23.5	—	—	41.5	—	21.4	5.7	—	—	−9.6	—	—	—	—	—	—
0.25	9.800	0.038	23.5	—	—	—	41.4	32.8	15.4	—	—	0.2	−15	—	—	—	—	—
0.3	14.112	0.0336	23.5	—	—	—	—	45.3	25.1	—	—	8.96	−6.3	—	—	—	—	—
0.35	19.200	0.0306	23.5	—	—	—	—	59.2	35.1	—	—	17.26	1.5	−7.4	—	—	—	—
0.04	25.000	0.0282	23.5	—	—	—	—	—	45.8	52.4	—	25.9	9.4	—	−5.9	—	—	—
0.45	31.700	0.0265	23.5	—	—	—	—	—	—	—	53.9	34.9	—	—	0.9	—	—	—
0.5	39.200	0.025	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	44.5	24.9	—	7.73	−7.7	—	—
0.55	47.400	0.0238	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	54.6	—	—	15.1	−1.3	−17.1	—
0.6	56.400	0.0228	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	65.6	—	—	22.2	—	−10.9	—
0.65	66.200	0.022	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50.5	—	28.5	11.7	−5	—
0.7	76.700	0.0213	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	—	37.5	17.87	0.9	—
0.75	87.500	0.0207	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.9	24.9	6.7	—
0.8	100.000	0.0201	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53.8	32.4	13.4	—
0.85	113.000	0.01965	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62.7	39.4	19.5	1.3
0.9	127.000	0.01923	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72.2	47.2	26.2	7.1
0.95	143.000	0.0189	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55.7	33.3	—
1.0	156.800	0.0185	23.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39.9	—

F LORI.

TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA A FOLIGNO.

Sono presentemente in esecuzione i lavori per il trasporto elettrico di energia fra Pale e Foligno, mercè correnti polifasi.

Questo è il primo impianto che si sta attuando in Italia col nuovo sistema delle correnti polifasi, per cui ci sembra interessante di additarne le principali parti, in attesa di poter poi, a lavoro finito, informare dei risultati che sono stati ottenuti.

Lo scopo di questo trasporto di energia elettrica è quello di fornire l'illuminazione alla città di Foligno e ad alcuni paesetti vicini e di cedere durante il giorno forza motrice a diversi opifici industriali ed a mole a grano e ad olio. La forza motrice si ritrae dalle cadute del Menatre in prossimità di Pale. Uno spartiacque all'imbocco della valle divide il fiume in due parti, una delle quali, della portata di 300 litri al minuto secondo, precipita dal versante sinistro da un'altezza di 150 metri.

La presa è fatta mediante una diga di sbarramento del fiume. Un canale aperto di circa 250 metri di lunghezza porta l'acqua fino all'imbocco di una conduttura forzata di 450 mm. di diametro interno, costruite in lamiera di acciaio. Dopo un percorso di 400 metri nella conduttura, l'acqua raggiunge le turbine della stazione generatrice elettrica, la quale è posta nell'opificio del sig. Borci Bonafede, che ha assunto l'impresa del trasporto elettrico. Per ora saranno installate tre turbine da 100 cav. ciascuna, ad asse orizzontale, direttamente accoppiate a tre alternatori a correnti polifasi. La tensione semplice della corrente generata è di 2000 volt. Sarà lasciato posto nella stazione per una turbina ed un alternatore di riserva.

La linea primaria a 2000 volt ha un percorso di 7 km. Essa è divisa in due circuiti distinti: l'uno che serve ad alimentare i trasformatori per luce, l'altro che alimenta quelli per distribuzione di forza. La linea, prima di raggiungere i trasformatori, arriva ad una stazione di distribuzione, situata al centro di Foligno; da essa parto noradialmente i diversi circuiti ad alto potenziale che vanno ad alimentare 9 trasformatori posti in diversi punti della città ed adibiti per l'illuminazione pubblica e privata, ed altri circuiti per la distribuzione della forza.

Tra Pale e Foligno saranno illuminati due piccoli paesi.

La illuminazione pubblica in città comprenderà 200 lampade ad incandescenza da 16 C., 150 da 32 C., e 15 archi da 10 A. ciascuno.

Gli alternatori, i trasformatori ed il rimanente materiale elettrico è stato fornito dalla casa Oerlikon di Zurigo, le turbine dalla Società Italo-svizzera di Bologna. La direzione tecnica dell'impianto è stata affidata all'ing. R. Lenner.

Noi auguriamo che i risultati sia tecnici, sia economici di questo impianto corrispondano alle giuste esigenze che si richiedono oggigiorno in tale genere di applicazioni elettriche.

A. B.

SULLA CARICA DEGLI ACCUMULATORI

NELL'UFFICIO TELEGRAFICO DI PISA (STAZIONE).

Il risultato economino che si ottiene adoperando gli accumulatori elettrici caricati periodicamente mediante dinamo (1) o costantemente mediante elementi primari al solfato di rame (2) per il servizio dei maggiori uffici telegrafici, mi ha indotto a sperimentare, se riesca parimente economica la adozione di tali accumulatori quando, mantenuti carichi mercè una pila Daniell, si applichino ad un ufficio che non ha primaria importanza. I miei esperimenti sono stati eseguiti all'ufficio telegrafico della stazione centrale di Pisa, nel modo che vado sommariamente ad esporre.

All'ufficio predetto, fanno capo dodici circuiti telegrafici e quattro circuiti pel funzionamento di sonerie d'allarme. Pel servizio dei primi erano in funzione n. 575 elementi di pila Italiana, suddivisi in dodici batterie, e pel servizio dei secondi, funzio-

(1) G. Donadio. - Gli accumulatori nell'ufficio telegrafico centrale di Milano. — *L'Elettricista*, vol. I, pag. 274.

(2) Ing. G. Bracchi. - La carica degli accumulatori con elementi primari al solfato di rame. — *L'Elettricista*, vol. II, pag. 194.

navano n. 40 elementi di pila Léclanché, come rilevasi dal seguente prospetto n. 1, nel quale ho trascritto alcuni dati di funzionamento dei circuiti stessi.

PROSPETTO N. 1.

CIRCUITI	NUMERO degli Elementi della pila Italiana o Léclanché	RESISTENZA IN OHM					INTENSITÀ della corrente erogata ai singoli circuiti
		della pila Italiana	della pila Léclanché	della Linea	degli apparati in funzione	Totale	
1136	85	1020		2700	2400	6120	0.0137
1142	65	780		1450	3600	5880	0.0111
1138	65	780		550	4200	5530	0.0117
1124	70	840		3000	1200	5040	0.0138
1144	55	660		1700	1200	3560	0.0154
1143	45	540		490	2400	3430	0.0131
1153	50	600		900	3000	4500	0.0111
1148	45	540		500	2400	3200	0.0138
1240	30	360		810	1200	2370	0.0126
262	25	300		30	1800	2130	0.0117
1139	20	240		300	1200	1740	0.0114
1138 *bis*	20	240		228	1200	1668	0.0119
Suonerie dischi linea Roma	10		50	18	66	134	0.10
» » » Firenze	10		50	20	66	136	0.10
» » » Livorno	10		50	20	66	136	0.10
» » » Genova	10		50	15	66	131	0.10

Per sostituire le suddette pile con una unica batteria di accumulatori, era necessario conoscere, con molta approssimazione, la quantità massima di elettricità che l'ufficio di Pisa può essere obbligato di erogare ogni 24 ore, onde poter determinare l'intensità della corrente che deve essere somministrata agli accumulatori dalla pila di carica, e potere altresì desumere, quale doveva essere, la capacità elettrica degli accumulatori da installarsi.

Perciò, dai dati offerti dalla statistica del lavoro eseguito in un mese dall'ufficio predetto, ho desunto il numero massimo dei telegrammi che vengono trasmessi e ricevuti ogni 24 ore. sopra ciascun circuito, e dopo aver aumentato questo numero del 5, °/₀ per tener conto dei segnali di chiamata, e di un probabile eccezionale lavoro, ho ammesso:

che i telegrammi siano composti in media di 25 parole;

che per ogni telagramma trasmesso, si impieghino due minuti, e che perciò, l'erogazione di corrente abbia la durata di 60″;

e che infine, per ogni telegramma ricevuto, l'emmissione di corrente abbia la durata di 25″.

In base a questi dati ed alla intensità della corrente assorbita dai singoli circuiti, (vedi prospetto n. 1) ho determinato:

1° Il tempo in cui i singoli circuiti restano chiusi;

2° La quantità di elettricità, in amp-ore, occorrente pel lavoro di ciascun circuito telegrafico, e, di conseguenza, quella occorrente per tutti.

I risultati dei calcoli fatti sono esposti nel prospetto n. 2.

PROSPETTO N. 2.

CIRCUITI	Quantità massima dei telegrammi trasmessi in 24 ore	Media delle parole per telegramma	Tempo impiegato nella trasmissione dei telegrammi in ragione di 120″ per telegramma	Tempo in cui la pila restò a circuito chiuso calcolato in 60″ per telegramma	Intensità della corrente	Quantità di elettricità occorrente per la trasmissione predetta	Quantità massima dei telegrammi ricevuti in 24 ore	Tempo impiegato nel trasmettere le frasi dei telegrammi ricevuti calcolato in 50″ per telegramma	Tempo in cui la pila restò a circuito chiuso per la trasmissione delle predette frasi calcolate 25″ per trasmissione	Quantità di elettricità occorrente per le trasmissioni suddette	Quantità di elettricità necessaria ai singoli circuiti ogni 24 ore
			m. s.	m. s.	Amp	Amp. ore		m. s.	m. s.	Amp. ore	Amp. ore
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1136. 1174	60	25	7200	3600	0.013	0.013	65	3250	1625	0.0058	0.0188
1142	75	..	9000	4500	0.011	0.0137	65	3250	1625	0.0049	0.0186
1138	45	..	5400	2700	0.011	0.0082	40	2000	1000	0.0030	0.0112
1124	75	..	9000	4500	0.013	0 0162	85	4250	2125	0.0076	0.0238
1153	75	..	9000	4500	0.011	0. 137	70	3500	1750	0.0053	0.0190
1144	80	..	9600	4800	0.015	0.02	95	4750	2375	0.0098	0.0298
1443	12	..	1440	720	0 013	0.0026	10	500	250	0.0009	0.0035
1148	45	..	5400	2700	0.013	0.0097	35	1750	875	0.0031	0 0128
1240	25	..	3000	1500	0.012	0.005	40	2000	1000	0.0033	0.0083
262	75	..	9000	4500	0.011	0.0137	52	2600	1300	0.0039	0.0176
1139	30	..	3600	1800	0.011	0.0055	20	1000	500	0.0015	0.0070
1138 *bis*	55	..	6600	3300	0.011	0.01	80	4000	2000	0.0061	0.0161
Quantità totale di elettricità occorrente ogni 24 ore — Amp.-ore											0. 1865

Agli 0,1865 ampere-ore totali che occorrono ogni 24 ore di elettricità, bisogna aggiungere, quelli occorrenti ai quattro circuiti delle sonerie d'allarme.

Ammesso con larga approssimazione che il numero massimo dei treni in arrivo alla stazione di Pisa, sia di 65 (53 ordinari e 12 facoltativi); che per l'arrivo di ogni treno le sonerie funzionino per 20′; che l'erogazione di corrente per tale funzionamento abbia la durata di 10′; e che l'intensità della corrente erogata sia di 0,10 *A*, si hanno

$$\frac{65 \times 60 \times 10 \times 0.10}{3600} = 1.08 \text{ ampere-ore.}$$

La quantità di elettricità, occorrente ogni 24 ore, per il completo servizio dell'ufficio, è:

$$0{,}1865 + 1.08 = 1{,}2665 \text{ ampere-ore.}$$

Ammesso un 20 % di perdita nella carica degli accumulatori, l'intensità di corrente della pila di carica risulta $\frac{1.2665 \times 1.20}{24} = 0.0633$ A.

Una pila Daniell comune, essendo in grado di fornire una tale corrente, e riconosciuto altresì che la capacità degli accumulatori da adoperarsi poteva essere fissata in 4 a 5 ampere-ora, accordando in questo modo un margine di circa 3 a 4 ampere-ora, ho dedotto il numero degli accumulatori che doveva costituire la batteria, e le diverse derivazioni da farsi nella batteria stessa per l'alimentazione dei diversi circuiti.

Tutto ciò viene esposto nel seguente prospetto n. 3.

CIRCUITI	Num. degli elementi componenti la batteria degli accumulatori.	Num. degli elementi derivanti dalla batteria per ciascun circuito.	RESISTENZA IN OHM				F. E. M. degli accumulatori volts	Intensità della corrente erogata singoli circuiti ampere
			degli accumulatori	della linea	degli apparati	TOTALE		
	1	2	3	4	5	6	7	
1136		28	11.2	2700	2400	5111.2	41.6	0.012
1142		27	10.8	1450	3600	5060.8	59.4	0.0117
1138		25	10.»	550	4200	4760.»	55.»	0.0115
1124		23	9.2	3000	1200	4202.»	50.6	0.012
1153		20	8.»	900	3000	3908.»	44.»	0.0115
1144		16	6.4	1700	1200	2906.4	35.2	0.012
1143		15	6.»	490	2400	2896.»	33.»	0.0116
1148		14	5.6	300	2400	2705.6	30.8	0.0113
1240	28	11	4.4	810	1200	2014.4	24.2	0.012
262		9	3.6	30	1800	1833.6	19.8	0.0107
1139		8	3.2	300	1200	1503.2	17.6	0.011
1138 bis		7	2.8	228	1200	1430.8	15.4	0.0107
1136		4	1.6	215	600	816.6	8.8	0.0107
Suonerie dischi linea Roma		4	1.6	18	66	84.6	8.8	0.104
» » » Firenze		4	1.6	20	66	87.7	8.8	0.100
» » » Livorno		4	1.6	20	66	87.6	8.8	0.100
» » » Genova		4	1.6	15	66	82.6	8.8	0.106

I 28 accumulatori occorrenti sono del tipo Gandini, coi vasi di vetro alti mm. 105, del diametro di mm. 90, e con vasetti di argilla del diametro di mm. 55.

La resistenza di cadaun elemento è risultata di 0,40 O. e la capacità elettrica, con un regime di scarica di 0,50 A. è stata constatata di circa 6 amp.-ore.

La disposizione dell'esperimento è indicata dal seguente schema, fig. 1, sul quale darò alcune spiegazioni:

$a^1 . a^2 . a^3 \ldots\ldots\ldots a^{12}$ sono le prese di corrente dalla batteria degli accumulatori per il servizio dei vari circuiti elettrici a seconda del precedente prospetto; V rappresenta un voltmetro che dà la differenza di potenziale disponibile agli elettrodi estremi della batteria; $c^1 . c^2 . c^3$, sono le prese di corrente dalla pila di carica; $G^1 . G^2 . G^3$, sono galvanometri intercalati nelle prese suddette, per avere una norma sulla intensità della corrente fornita da ciascuna presa, alla batteria degli accumulatori.

Il sistema di derivare dalla pila di carica correnti d'intensità diverse, mi è stato suggerito dalla considerazione, assai ovvia, che le erogazioni di elettricità di ciascun elemento componente la batteria degli accumulatori, non avviene nella stessa misura, ma si verifica in grado sempre maggiore, quanto più sono le prese di corrente che si fanno sulla batteria, cosicchè gli elementi che si trovano fra l'ultima presa (che nel caso nostro è quella indicata nel precedente schema con a^{12}), ed il polo della batteria congiunto colla terra, sono quelli che erogano maggior quantità di elettricità.

In questo esperimento ho divisa perciò la batteria degli accumulatori in tre sezioni in seguito ai dati forniti dal seguente prospetto n. 4, ed ho derivato dalla pila di carica tre correnti di intensità diverse come è indicato con $c^1 . c^2 . c^3$, nel precedente schema.

PROSPETTO N. 4.

CIRCUITI	Tempo in cui la batteria degli accumulatori eroga correnti in 24 ore (vedi dati colonne 2 e 9, prospetto N. 1)	Intensità della corrente erogata nell'unità di tempo (vedi dati della col. 8, prospetto N. 3)	Quantità di elettricità erogata in 24 ore ai singoli circuiti	N. degli accumulatori assegnati a ciascun circuito	Quantità di elettricità erogata progressivamente in 24 ore dagli accumulatori a seconda della quantità dei circuiti a cui erogano la corrente	Sezioni in cui la batteria è stata divisa per distribuire ad essa diverse correnti di carica
	M. s.	Ampere	Ampere-ore	N.	Ampere-ore	Sezioni
1136	5225	0.012	0.0174	28	0.0174	
1142	6125	0.0117	0.0199	27	0.0373	
1138	3700	0.0115	0.0118	25	0.0491	1ª
1124	6625	0.012	0.022	23	0.0711	
1153	6250	0.0115	0.02	20	0.0911	
1144	7175	0.012	0.0239	16	0.1150	
1143	970	0.0116	0.0031	15	0.1181	
1148	3575	0.0113	0.0112	14	0.1293	
1240	2500	0.012	0.0083	11	0.1379	2ª
262	5800	0.0107	0.0171	9	0.1547	
1139	2300	0.011	0.007	8	0.1617	
1038-*bis*	5300	0.0107	0.0157	7	0.1774	
1136	5223	0 0107	0.0155	4	1.2732	3ª
Suonerie dischi	39000	0.10	0.0833			

Per determinare poi i punti di presa c^2, c^3; delle sovraccennate correnti, ho dovuto procedere per tentativi e con calcoli approssimativi, cercando che ogni presa somministrasse alla rispettiva sezione della batteria degli accumulatori una corrente di intensità proporzionale al lavoro che questa deve sostenere.

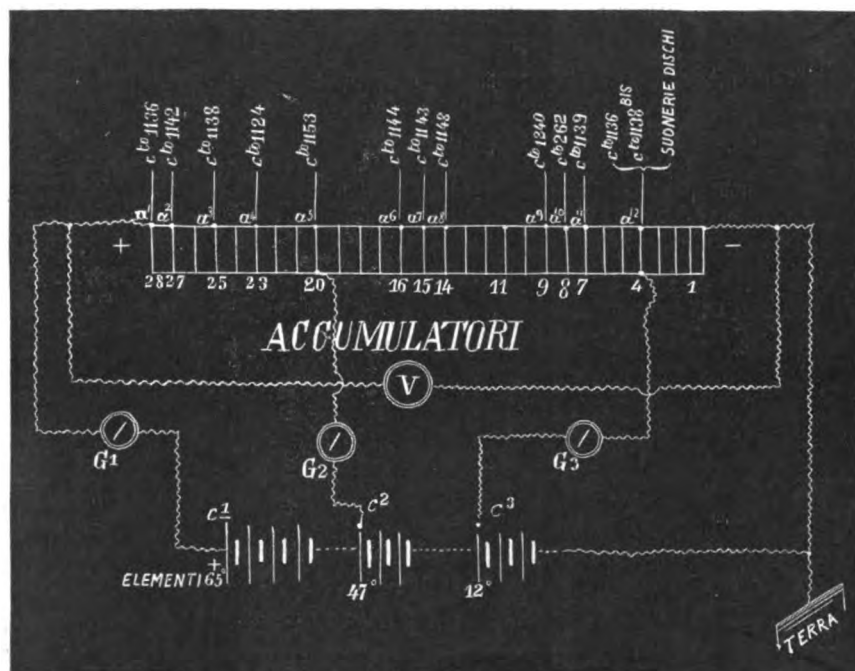



Fig. 1.

(*Continua*). ANICETO LAMMA.

UNA GRONDAIA-PARAFULMINE.

In una nota « intorno a due colpi di fulmine » da me letta all' accademia d' Incoraggiamento in Napoli nel settembre 1879, io esponeva che in un violento temporale avvenuto il 6 dello stesso mese erano caduti due fulmini, uno in Napoli, l' altro nel comune vicino della Barra, uccidendo due operai che lavoravano da sarto, seduti presso l'uscio della loro bottega. Dalla visita da me fatta alle case fulminate, fu agevole assicurarsi che la scarica fulminea aveva colpito le grondaie metalliche, che venivano fuori da' lastrici delle due palazzine e da queste era passata alle condotture di zinco, che partendo dalle stesse grondaie, scendevano verticali lungo le mura. Ma poichè esse non giungevano fino al suolo, ma ad un tre metri di questo s'innestaveno in tubi di argilla, così era avvenuto che la scarica, mancata la comunicazione con la terra, era scoppiata terribile, distruggendo i tubi di argilla, e uccidendo miseramente i due operai seduti presso l'uscio delle botteghe limitrofe; dando così una ben trista conferma di quanto disse Arago a proposito della morte di Richman « allorchè nella scarica fulminea vien soppressa la parte inferiore del conduttore, disgrazia a coloro che per la loro posizione possono rimpiazzarla o farne l' ufficio ». Per difendersi da simili sciagure io proponeva allora di obbligare i costruttori a prolungare le condutture metalliche delle acque piovane fino al sotto suolo, sopprimendo i tubi di argilla; ovvero volendo conservar questi, mettere le condotture di zinco in comunicazione con la terra mercè grossi fili di ferro galvanizzato. La mia nota si chiudeva con queste parole: Così con poca spesa ogni grondaia potrebbe talvolta funzionare come un parafulmine con manifesto vantaggio della casa e dei suoi abitatori ». Ebbene oggi dopo 14 anni ho letto con piacere nel numero del passato dicembre della pregevole rassegna « *L'Elettricista* » che si pubblica in Roma, la seguente notizia: « La mattina del 2 novembre cadde in Roma durante una forte pioggia un fulmine sulla casa al Corso n. 81, sprovvista di parafulmine. La scarica senza fare alcun danno, dalla grondaia discese al suolo lungo il canale di scolo, delle acque piovane: questo canale, che s'interra nel terreno ad una certa profondità, funzionò perciò da perfetto parafulmine ».

Il fatto ricordato viene sicuramente a confermare le mie previsioni; e bene a ragione si può dire che i due poveri sarti non sarebbero stati colpiti se le condotture metalliche delle acque piovane nelle palazzine fulminate fossero state prolungate fino al suolo. Oggi perciò ritorno con maggior fiducia ad interessare la stampa scientifica di voler prendere l'iniziativa per ottenere che nel regolamento edilizio della città di Napoli venga aggiunto un articolo, col quale s'imponga a' costruttori l'obbligo di mettere le grondaie metalliche in comunicazione col sotto suolo; oggi specialmente che i casi di fulminazione, come alcuni affermano, sono in aumento, per ragioni che qui non è certo il posto ricordare. (*)

Mi par solo necessario aggiungere prima di chiudere questa brevissima nota, che alla mia proposta si potrebbe da taluno fare un' obbiezione: perchè volete voi mettere le sole grondaie in comunicazione con la terra? non presentano forse lo stesso pericolo in caso di fulminazione tutte le altre masse metalliche che fanno parte di un edifizio? Alla quale obbiezione io risponderei che, pur non volendo affermare che le condotture delle acque piovane, sia per la loro posizione esterna, sia per essere de' conduttori che cominciando dall'alto dell' edifizio, ne percorrono l' intera altezza, sia infine per l'ufficio che fanno di raccogliere e condurre l'acque durante il temporale, potrebbero esser colpite di preferenza, esse senza alcun dubbio rappresentano un pericolo più diretto ed immediato per gli abitanti delle botteghe limitrofe, come pur troppo i fatti ricordati con evidenza dimostrano.

Prof. E. Semmola.

(*) La proposta del chiar.mo prof. Semmola è una di quelle che dovrebbe essere accettata non solo dal Municipio di Napoli, ma universalmente.

N. D. R.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

La rotazione dell' arco elettrico *per* A. P. TROTTER (*)

Durante gli esperimenti eseguiti allo scopo di fissare come unità pratica di luce 1 mm.² o un'altra porzione ben definita del cratere del carbone positivo di un arco elettrico, l'A. ha trovato che la luminosità effettiva non è, come vorrebbe la teoria, nè uniforme nè costante. Adoperando un fotometro doppio di Rumford, che dava campi alternanti come in un fotometro Harcourt, la sua attenzione fu attirata da un punto brillante, quasi al centro del cratere. L'uso dei settori rotanti accidentalmente ha rivelato che un fenomeno periodico accompagnava l'apparizione del punto brillante; quantunque più intenso con un corto arco *ronzante* l'A. crede che esso esista sempre.

L' imagine del cratere veniva proiettata sopra uno schermo mediante una lente fotografica; un disco con 60 aperture radiali di 3° rotava presso questo schermo con una velocità di 100 a 400 rivoluzioni per minuto. Si osservavano delle curiose imagini stroboscopiche con una periodicità continuamente variabile, talvolta maggiore di 450 periodi al secondo, più frequentemente di circa 100, difficile a distinguersi quando ne aveva meno di 50 per secondo, e che si riduceva ad una semplice ondulazione per un arco lungo. Il periodo pareva corrispondente al *ronzio* musicale dell'arco, il quale generalmente si cambia in un sibilo per una nota alquanto superiore a 450 vibrazioni al secondo: il ronzio è percettibile con un telefono posto in circuito o in derivazione su di esso. La corrente era presa da una conduttura d' illuminazione; si provarono sei qualità di carboni, tutti senza anima.

Disposto il disco rotante presso la lente in modo che lasciasse passare e intercettasse il raggio per circa $\frac{1}{100}$ di secondo, si poteva osservare una chiazza luminosa, che occupava circa un quarto del cratere ed aveva un rapido movimento di rotazione; esaminando la forma di questa chiazza si vedeva che era composta del punto brillante suddetto, e di una appendice curva che vi girava intorno, talvolta cambiando la direzione della sua rotazione. Questa appendice sembrava essere approssimativamente equivalente ad un quadrante tagliato concentricamente per 90°; le distinte variazioni nella luminosità del cratere sono probabilmente dovute al fatto che questa è soltanto una approssimazione.

La teoria *a priori* della costante temperatura del cratere è così attraente, che l'A. è inclinato ad attribuire questo fenomeno, non a cambiamenti nella luminosità del cratere, o a spostamenti dell'area luminosa come si osserva in archi lunghi, instabili, ma ad una rifrazione della luce prodotta dal vapore riscaldato. Si sono tentati diversi esperimenti, p. es. rinchiudere l'arco in una piccola scatola di mica trasparente, l'uso di magneti, una corrente d'aria, ma senza risultato. Si è osservata una distorsione dell' imagine del cratere, mentre la chiazza gira, ma non si è visto nessun accenno a cambiamenti di luminosità.

Una difficoltà inaspettata si ritrova così nell'uso dell'arco come campione di luce, non potendosi considerare come una sorgente luminosa fissa e costante. L'A. continua a studiare questo fenomeno allo scopo di accertarne la natura e di trovare le condizioni pratiche nelle quali non si produce od è trascurabile.

I. B.

(*) *The Electrician*, July 13, 1894, from a paper read before the Royal Society.

Cuscino elettro-termogenico.

Ecco come l'*Hospitalier* ci descrive questo interessante apparecchio:

Il cuscino od il materasso è costruito nel modo ordinario, solo che è guarnito internamente da due tele in amianto fra le quali serpeggiano parecchi fili in maillechort disposti a zig-zag. Questi fili sono naturalmente separati gli uni dagli altri e mantenuti al posto da corde d'amianto. Il circuito termina esternamente con un conduttore flessibile e con una presa di corrente simile a quella di una lampada ad incandescenza, munita anche del suo interruttore.

Basta applicare l'apparato alla rete di distribuzione per ottenere l'effetto di avere un cuscino od un materasso sempre caldo.

Oltre l'utilità grandissima che tale apparecchio può presentare per gli ammalati, non lo troviamo fuor di luogo anche per le persone che godono buona salute e che dimorano in paesi molto freddi. Non tutte le volte è piacevole e comodo avere una stufa od un caminetto acceso nella propria camera. Il cuscino elettro-termogenico evidentemente non fa fumo per nessuna ragione!

È opportuno ricordare che recentemente è stato presentato alla *Società Reale* di Londra un *cataplasma elettrico* scaldato con un processo analogo a quello descritto. Ecco, dice l'*Hospitalier*, delle applicazioni inattese: e l'avvenire ce ne prepara certamente delle altre.

U. B.

★

Fotografia elettrica *per* A. E. Dolbear (*).

Per molto tempo si è creduto che vi fossero tre differenti specie di onde eteree, conosciute come raggi caloriferici, luminati e attinici. Si era supposto che questi ultimi soli fossero quelli che producevano l'azione chimica sulle lastre fotografiche, mentre la luce consisteva di raggi differenti, capaci di impressionare l'occhio. Tuttavia si è scoperto che molti raggi, i quali possono produrre la visione possono anche scaldare un corpo ed anche eseguire un lavoro fotografico, e che tutto ciò che ciascun raggio può fare dipende dalla natura della materia su cui cade, in modo che tutti i raggi hanno simili caratteristiche proprietà. Questa scoperta rende chiaro che non vi sono peculiari specie di onde eteree, le quali si debbano chiamare luminose per distinguerle da altre specie. Ciò che si chiama luce è un fenomeno fisiologico e non ha esistenza all'infuori degli occhi. Questo è stato tanto bene assodato, che si è seriamente proposto di bandire dalla fisica la parola « luce ».

Lo strato sensibile di una lastra fotografica è un composto chimico instabile, che può essere disfatto con pressione meccanica, con calore o con onde eteree. L'appropriata lunghezza d'onda per una data lastra dipende dalla natura della sua superficie. L'annerirsi della pelle, delle tegole nuove, la colorazione delle frutta, sono dovuti ad un processo fotografico come si può mostrare proteggendo quei corpi dai raggi del sole. Da lungo tempo è noto ai fotografi che si possono fare dei ritratti con delle onde eteree talmente lunghe da non essere percettibili all'occhio, quando si adoprino certe altre sostanze in luogo dei semplici sali d'argento di uso comune.

Da quando si è mostrato che le onde eteree di tutte le lunghezze hanno un'origine elettro-magnetica, si è capito che tutti gli effetti di luce possono essere duplicati con appropriati apparati elettrici. Ponete una moneta su una lastra di vetro, e fattevi scoccar sopra poche scintille da una macchina elettrica. Togliendo la moneta, la superficie del vetro non apparisce alterata per nulla; ma alitandovi sopra si vede subito l'imagine della moneta, ed è evidente che essa è realmente incisa sul vetro perchè non si può togliere che con difficoltà. Se un pezzo di carta fotografica prende il posto del vetro, si avrà l'impronta della moneta segnata su di esso. Non è necessario di far scoccare le scintille sulla moneta, poichè ponendola in una scatola oscura vicina ad una macchina elettrica fra i cui poli scocchino piccole scintille, le onde eteree suscitate da queste saranno abbastanza corte da impressionare la superficie fotografica, la quale poi può essere sviluppata nel modo ordinario.

Così è presentemente possibile di prendere la fotografia di un oggetto in oscurità assoluta con onde eteree suscitate dal movimento di una macchina elettrica. Non molto è stato fatto finora in questa direzione, ma è un nuovo avvertimento a possibilità chimiche, e si deve prevedere con confidenza il giorno quando le qualità e i colori delle superficie di molte cose saranno mutati a volontà per mezzo dell'applicazione di onde eteree di corrispondente lunghezza da produrre appropriate relazioni chimiche, ed una macchina elettrica potrà diventare un'aggiunta necessaria al corredo di un fotografo.

I. B.

(*) *Cosmopolitan Magazine*, May 1894.

CRONACA E VARIETÀ.

Nuova Società elettro-tecnica. — La direzione dell'elektro-techische Fabrik J. Einstein e C° di Monaco (Baviera) in unione all'ing. Garrone di Torino ed all'ing. Cerri dell'Università di Pavia, ha fondato, sotto il nome di Officine Elettrotecniche nazionali ingegneri Einstein, Garrone e C° un opificio in Pavia per la costruzione di dinamo di svariati modelli, lampade ad arco ed istrumenti di misura. Una buona costruzione già è sorta presso una delle cadute del canale di Pavia ed il lavoro è cominciato.

L'VIII Congresso degli ingegneri ed architetti italiani si riunirà in Genova nell'autunno del 1895.

Per la Elettrotecnica sarà formata una sezione separata.

Auguriamo che vi prendano parte tutti gli elettricisti italiani.

Il chiar.mo Prof. Ing. Sereno Antonio Rumi, segretario generale del Congresso, fornisce gentilmente programma ed informazioni a tutti coloro che ne fanno richiesta.

Illuminazione elettrica a Fossanova. — Il villaggio di Fossanova presso Sonnino di proprietà del principe D. Felice Borghese sarà illuminato a luce elettrica nel prossimo ottobre.

L'impianto verrà eseguito dall'Ing. Carlo Molescott per la Casa Siemens e Halske di Berlino.

Si utilizzerà una forza d'acqua di 16 cavalli mediante apposita turbina con regolatore automatico: la dinamo azionerà 100 lampade da 16 a 25 candele.

È notevole che l'impianto dovrà essere adibito di giorno per trasporto di forza alla distanza di 6 chilometri per lavori agrarii e di prosciugamento del terreno.

Grande impianto a corrente rotatoria. — La centrale elettrica di Chemnitz, eretta per conto del municipio dalla casa Siemens e Halske, ha applicato il sistema delle correnti trifasiche ad alta tensione, a causa della grande distanza di trasmissione.

L'officina, collocata fuori dalla città, contiene tre motrici Saxon, a triplice espansione, e condensazione, che fanno 150 giri, e con la pressione iniziale di 10 atmosfere danno da 150 a 220 cav., sono alimentate da caldaie multitubulari Steinmüller.

Ogni motrice è collegata direttamente con una dinamo trifasica, della potenza di 180000 watt, e la tensione di 2000 volt. La corrente è condotta al luogo di consumo per mezzo di cavi triplici concentrici, e ivi è ridotta a 120 volt per mezzo di trasformatori; l'impianto si limiterà per ora a 19 trasformatori della potenza di 10000 sino a 50000 watt. La corrente dei trasformatori è trasmessa ulteriormente per mezzo di cavi concentrici e poi di conduttori aerei nudi.

Sin ora il funzionamento delle dinamo è stato soddisfacente, e la loro messa in parallelo si compie senza difficoltà.

Trazione elettrica in Serbia. — Una tramvia elettrica, lunga 5 km., è stata inaugurata fra Belgrado e Topscheider.

Nuovo cavo transatlantico. — L'ottavo cavo transatlantico della Compagnia Anglo-Americana è stato posato fra l'Irlanda e la Terranuova.

Elettricità nel Transwaal. — La casa Siemens e Halske intende procedere all'impianto di una stazione elettrica di forza motrice a Witwatersland. Un certo numero di compagnie minerarie ha promesso di derivare da quest' impianto una parte della loro forza motrice. Secondo i progetti, l'officina avrebbe una capacità di 3000 cav. di cui 2000 dovrebbero essere distribuiti nell'interno delle miniere. Nel distretto da alimentare sono oggidì in funzione 20000 cav. e costano 1400 (!) lire annue ciascuno; per cui la società si promette di incontrare un esito sicuro, potendo distribuire la forza motrice a 1100 lire per cav. annuo, compreso l'uso dei motori elettrici.

La stazione sarà alimentata per mezzo del combustibile, che ivi è a buon prezzo; il capitale richiesto per l'impianto è 7 milioni e mezzo di lire, tutto compreso.

Elevatore elettrico. — Si hanno i seguenti dati relativi all'esercizio di un ascensore elettrico impiantato un anno or sono a Londra. L'impianto è stato eseguito a cura della compagnia Otis; il peso dell'elevatore è di 300 kg., l'altezza 12 metri, e la velocità normale 30 cm. al secondo. Il controllo è fatto da un semplice commutatore che può essere manovrato facilmente da chiunque; tutte le precauzioni di sicurezza sono state adottate, e il funzionamento è stato sempre soddisfacente Negli ultimi tre mesi, per il consumo della forza motrice, che è derivata da una rete pubblica di distribuzione elettrica, si è speso 9*s* 2*d* (L. 11. 50), mentre il numero delle ascensioni è stato di circa 400.

Motore per navigazione. — L'ing. J. Rey ha presentato una comunicazione sui risultati ottenuti con un motore da 720 cav. fabbricato dalla ditta Sautter, Harlé e C. e destinato alla propulsione del battello sottomarino « Gustave Zédé ».

Il motore è a 6 poli, con 2 armature identiche, collegate in parallelo, e montate su un asse comune; il rendimento commerciale fu determinato col metodo di Hopkinson, che consiste nel far funzionare un'armatura come generatrice e l'altra come ricettrice e si trovò essere di 92. 45 °/₀, cioè quasi identico, ma un po' superiore, a quello previsto.

Orologi parlanti. — Il sig. Sivan, distinto orologiaio di Ginevra ha posto in commercio una ripetizione parlante. La molla ordinaria della suoneria è rimpiazzata da un disco di caoutchouc vulcanizzato costituente una placca fonografica nella quale 48 scanalature corrispondono alle 12 ore ed ai 36 quarti percorsi dalla lancetta in un giro del quadrante.

Allorchè si preme il pulsante, la placca ruota, e la punta che segue le scanalature vibra; le vibrazioni si traducono in frasi, così: *sono le otto; è mezzogiorno e mezzo*, ecc.

Le scanalature sono infatti la riproduzione esatta, sopra un piano, della traccia elicoidale impressa dalla voce umana sopra un cilindro di un comune fonografo.

L'inventore costruisce delle sveglie che con una placca di 6 o 7 centimetri gridano e fanno sentire da una stanza all'altra, anche a porte chiuse, delle frasi, come: *in piedi, alzati,* oppure *andiamo, svegliati.*

A Francoforte sul Meno si costruisce una grande chiesa, che sarà illuminata elettricamente.

Produzione del cromo. — Si dice che Maissan sia riuscito col suo fornello elettrico a preparare per la prima volta il cromo in stato di purezza assoluta. A una delle ultime sedute della Accademia di Parigi avrebbe presentato circa 17 kg.

di tale prezioso metallo. Questo è interamente puro da carbonio, non riga il vetro, è duttile e più bianco del ferro, è inossidabile e inattaccabile dagli acidi. L'inventore ha ottenuto pure alcune leghe di cromo, alluminio e rame, che si dicono malleabili, elastiche e inossidabili

Dinamo gigantesche. — Due stelle portanti per dinamo a poli interni, probabilmente le più grandi del mondo, sono state fatte dalle officine americane di Siemens e Halske per la stazione generatrice di un impianto di trazione elettrica a Toronto. Le macchine complete peseranno circa 60 tonnellate ciascuna, e avranno una potenza di 1200 kw., con eccitazione ipercompound per una perdita del 12 °/₀ nelle linee. Saranno collegate direttamente a due motrici compound da 80 giri al minuto.

Le stelle hanno 4 metri di diametro, e pesano 10 tonnellate l'una. I portaspazzole avranno circa 4 metri e mezzo di diametro.

L'elettricità che uccide. — Un caso interessantissimo di fulminazione si è verificato il 9 maggio scorso in S. Luigi dalla conduttura aerea di una tramvia elettrica con corrente continua al potenziale di soli 500 volt, sopra un giovanetto di 16 anni, che per divertire i compagni con le scosse elettriche aveva buttato sulla conduttura un sottilissimo filo di ferro.

Il fatto è riportato dalla *Street Railway Review*; il dott. H. W. Faber chiamato immediatamente in soccorso del fulminato così dice nel suo rapporto: « Io lo vidi circa cinque minuti dopo l' accidente; senza alcun dubbio esso era già morto. La sua pelle aveva un colore blu-cereo, ma nel resto il suo aspetto era normale. Il braccio sinistro era abbruciato fino all'osso nella mano e nelle dita; il filo era avvolto intorno all'avambraccio cinque o sei volte, lasciando un taglio profondo ad ogni giro, quindi passava sotto all'ascella e dietro alle spalle fino al braccio destro, dove la mano e le dita erano anche più abbruciate e mutilate, un dito anzi era completamente staccato dalla mano. Nella caduta per la scossa, il filo era passato sul petto abbruciando la camicia immediatamente sopra la regione del cuore e mettendo a nudo una costola per un largo foro; questa ferita è certamente stata la causa della morte. Il corpo mandava un forte odore di carne bruciata ».

Cucina elettrica. — Apprendiamo dall'*Electrical World* del 23 giugno che la *Central Electric Heating Co.*, di New-York, ha impiantato una cucina in cui tutto il calore è fornito elettricamente. L'esperimento è riuscito a perfezione, e sembra mostrare che il maggior costo occorrente colla generazione elettrica del calore sia sotto certi riguardi compensato ampiamente dalla maggior prontezza e facilità delle operazioni, minore sorveglianza richiesta, assenza di esalazioni nocive, pulizia e confort; inoltre è più facile mantenere la temperatura costante, nè vi è dispersione di calore. L'applicazione dell'elettricità permetterebbe così di tenere una cucina in uno stato di pulizia e di eleganza come si può avere in un'altra stanza qualsiasi di un appartamento. Sarebbe dunque caldamente da raccomandare per lo meno in tutti i casi in cui si bada più al lusso che alla stretta economia.

La stessa compagnia, oltre tutti gli accessori necessari alla cottura elettrica, fornisce caloriferi elettrici per appartamenti e per vetture, ferri da stirare con riscaldamento elettrico, e così via.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

A. BOUSSAC: *Construction des lignes électrique aériennes.* — Gauthier-Villars et fils, imprimeur-libraires. — Paris, 1894.

Estratto dalla prefazione di E. MASSIN:

« Tutti gli studenti che, dal 1878 alla fine del 1892, si succedettero sia all'École de Télégraphie, sia all'École professionelle supérieure des Postes et Télégraphes, commessi, controllori, ispettori ed allievi-ingegneri, ebbero a professore di costruzione A. Boussac.

Il Boussac stava occupandosi della pubblicazione di questo Corso, che comprende venticinque lezioni, ed aveva appena corretto le bozze della sedicesima lezione, allorquando fu colto dalla malattia che doveva condurlo alla tomba; ed è a me, suo supplente che toccò in sorte la cura di portare a termine l'opera.

Abbiamo trovato fra le carte del compianto nostro maestro la diciassettesima e la diciottesima lezione completamente redatte, e la venticinquesima quasi interamente tracciata; ma delle sei altre lezioni non esisteva assolutamente altro che l'indicazione dei capitoli.

Allorquando la malattia venne ad arrestarlo, il Boussac si proponeva di rifare sopra nuove basi le ulfime lezioni che trattano precisamente la parte pratica della costruzione: lo sviluppo rapido e considerevole delle linee telefoniche urbane ed interurbane ha infatti creato nuovi bisogni ed ha apportato nell'installazione delle linee, importanti modificazioni, ma le idee nuove non si sono definitivamente imposte che durante il 1892.

In tal modo si apiega l'assenza di ogni manoscritto sulla fine del corso, e, per conseguenza, la necessità in cui si siamo trovati di ricorrere a nostri dati personali per la redazione di questa parte dell'opera.

Dott. LUIGI PALAZZO: *Un piccolo magnetometro da viaggio per lo studio delle perturbazioni magnetiche locali.* — Tipografia dell'Unione Cooperativa Editrice. — Roma, 1894.

Dottori GAETANO e GIOVANNI PLATANIA: *Le interruzioni del cavo telegrafico Milazzo-Lipari e i fenomeni vulcanici sottomarini nel 1888-82.* — Tipografia Galàtola. Catania, 1894.

Dott. A. BANTI, *Direttore responsabile.*

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L'Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

L'associazione è obbligatoria per un anno ed ha principio sempre col 1° gennaio. — L'abbonamento s'intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto dall'abbonato entro ottobre.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

III. — 1° Ottobre 1894 — Num. 11.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

Prezzi d'Abbonamento annuo:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

Direzione ed Amministrazione: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

GALVANOMETRI COMPENSATI A CIRCUITO SEMPLICE

In un articolo pubblicato nell'*Elettricista* (*) descrissi sotto il nome di galvanometro compensato un istrumento per la misura dell'intensità della corrente elettrica, il quale si ottiene aggiungendo ad un galvanometro ordinario un circuito disposto col piano delle spire perpendicolare al meridiano magnetico. Dimostrai le proprietà di tale istrumento ed alcuni vantaggi che esso presenta rispetto al galvanometro ordinario, discutendo in particolare il caso della bussola delle tangenti.

Oggetto di questa nota è semplicemente di mostrare che uno strumento simile, anzi identico per le sue proprietà, ad un galvanometro compensato, si ottiene senza bisogno del secondo circuito, adoperando un galvanometro ordinario, purchè si dispongano le spire in modo che il loro piano non coincida col meridiano magnetico, ma faccia con esso un angolo determinato. Ciò si comprende tosto se si riflette che le azioni magnetiche di due circuiti, uno nel meridiano magnetico e l'altro normale, si compongono in una azione risultante inclinata rispetto al meridiano; il valore di tale risultato dipende dal numero delle spire e l'angolo che la sua direzione farà colla normale al meridiano dipende dal rapporto fra il numero delle spire del circuito principale e il numero di quelle del circuito compensante. Ma è sempre possibile raggiungere il medesimo effetto con un solo circuito inclinato.

Conviene discutere la questione considerando in particolare il caso della bussola delle tangenti.

Sia i l'intensità della corrente, H l'intensità orizzontale del campo magnetico terrestre, r il raggio delle spire circolari, n il loro numero. Inoltre sia φ l'angolo che il piano delle spire fa col meridiano magnetico, ed α l'angolo di cui è deviato l'ago sotto l'azione della corrente.

La componente del magnetismo terrestre normale all'ago è al solito $H \operatorname{sen} \alpha$. La componente dell'azione magnetica della corrente, pure valutata normalmente all'ago, sarà

$$\frac{2\pi n i}{r} \cos(\varphi \pm \alpha)$$

nella quale espressione bisogno porre $+\alpha$ se la corrente tende a scostare l'ago dal suo piano, e $-\alpha$ se la corrente attira l'ago verso di sè.

(*) L'*Elettricista*, vol. I, pag. 28, 1892.

Per l'equilibrio si deve avere

$$\frac{2\pi n i}{r}\cos(\varphi\pm\alpha)=H\,\mathrm{sen}\,\alpha$$

donde

$$i=\frac{rH}{2\pi n}\,\frac{\mathrm{sen}\,\alpha}{\cos(\varphi\pm\alpha)}$$

ovvero

$$i=\frac{rH}{2\pi n}\,\frac{\mathrm{sen}\,\alpha}{\cos\varphi\cos\alpha\mp\mathrm{sen}\,\varphi\,\mathrm{sen}\,\alpha}.$$

Se l'angolo φ si fa minore di 90° e la corrente si fa passare in tale direzione da attirar l'ago verso il piano delle spire, si ha

$$i=\frac{rH}{2\pi n}\,\frac{\mathrm{sen}\,\alpha}{\cos\varphi\cos\alpha+\mathrm{sen}\,\varphi\,\mathrm{sen}\,\alpha}$$

che si può scrivere anche

$$i=\frac{rH}{2\pi n\cos\varphi}\,\frac{\tan\alpha}{1+\tan\varphi\tan\alpha}$$

formola che rappresenta la legge identica a quella della bussola compensata.

La sensibilità assoluta è data da

$$\frac{2\pi n\cos\varphi}{Hr}(\cos\alpha+\tan\varphi\,\mathrm{sen}\,\alpha)^2.$$

Discutendo questa espressione si trova facilmente che la sensibilità è *massima* per $\alpha=\varphi$; poi diminuisce gradatamente e riprende lo stesso valore che aveva a zero quando la deviazione α è diventata $=2\varphi$; infine si riduce a zero per una deviazione $\alpha=90+\varphi$, che rappresenta quindi il limite della graduazione.

Se per esempio si dispone il cerchio a 45° dal meridiano magnetico, la formola pel calcolo dell'intensità diventa

$$i=\frac{rH\sqrt{2}}{2\pi n}\,\frac{\tan\alpha}{1+\tan\alpha}$$

simile cioè a quella della bussola compensata coi due circuiti eguali, salvo che il coefficiente costante è maggiore nel rapporto 1 a $\sqrt{2}$. Si noti però che la resistenza della bussola è minore perchè vi è un solo circuito invece di due; sicchè per avere la stessa sensibilità assoluta basta aumentare il numero di spire nel rapporto di 1 a $\sqrt{2}$.

La sensibilità cresce da 0° fino a 45°, per diminuire poi secondo la stessa legge e riprendere a 90° il medesimo valore che aveva a zero. La massima deviazione, ossia il limite della scala sarebbe a $90+45=135°$.

Se si fa invece l'angolo φ più grande, per esempio $\varphi=80°$, la sensibilità cresce fino a 80°, ed a 160° si ha la stessa sensibilità come a zero; il limite della graduazione sarebbe $90+80$ ossia 170°. La estensione della scala è molto accresciuta, ed il tratto in cui la sensibilità è piccola si riduce a pochi gradi, cioè agli ultimi 10 gradi.

Si noti poi che la sensibilità a zero diminuisce col crescere dell'angolo φ, a pari condizioni nel resto; cioè, adoperando sempre il medesimo strumento, la sensibilità per i primi gradi di deviazione sarà più piccola quando si dispone il cerchio in modo da comprendere col meridiano magnetico un angolo molto grande. Ma il valore massimo della sensibilità è invece maggiore.

Infatti abbiamo detto che il valor massimo della sensibilità assoluta si ottiene in ogni caso per la deviazione $\alpha=\varphi$, perciò tale valor massimo sarà dato dalla espressione

$$\frac{2\pi n\cos\varphi}{Hr}(\cos\varphi+\tan\varphi\,\mathrm{sen}\,\varphi)^2$$

che si può scrivere anche

$$\frac{2\pi n}{H r \cos\varphi},$$

cioè un valore tanto maggiore quanto maggiore è l'angolo φ.

È utile rammentare anche che, siccome la sensibilità a zero è

$$\frac{2\pi n \cos\varphi}{H r},$$

il rapporto tra le due sensibilità risulta $\frac{1}{\cos^2\varphi}$. In altre parole se si chiama *uno* la sensibilità a zero, mano mano che l'ago devia, la sensibilità cresce fino al valore $\frac{1}{\cos^2\varphi}$ quando $\alpha = \varphi$, poi, seguendo la stessa legge colla quale è aumentata, diminuisce finchè $\alpha = 2\varphi$ e ritorna eguale a 1.

Un'ultima proprietà interessante del galvanometro così adoperato è che, quando l'angolo φ è grande e la corrente ha tale intensità da produrre una forte deviazione dell'ago, esso diventa quasi aperiodico, quantunque non vi sia smorzatore. La ragione sta nella *compensazione;* poichè l'azione della corrente, essendo poco inclinata rispetto al meridiano magnetico, ha una forte componente compensatrice del magnetismo terrestre, e l'ago si muove quindi in un campo magnetico relativamente debole. Quanto ho detto nel caso particolare della bussola delle tangenti, si può ripetere per un galvanometro qualunque. I risultati sono simili. Soltanto non si avrà una formola semplice pel calcolo della intensità, e bisognerà ricorrere a graduazioni empiriche.

Prof. G. GRASSI.

SULLA CARICA DEGLI ACCUMULATORI

NELL'UFFICIO TELEGRAFICO DI PISA (STAZIONE).

(Continuazione e fine, vedi pag. 235).

Nei prospetti n. 3 e 4 e nello schema tracciato dimostrante la disposizione data alla batteria degli accumulatori ed alla pila di carica, il circuito 1136 figura due volte come si trattasse di due circuiti diversi.

Codesta disposizione è stata necessaria perchè, per erogare ad un circuito intermedio, quale è per l'ufficio di Pisa il 1136, corrente fornita da una batteria che sia, come nel caso nostro, comune ad altri circuiti, occorre un doppio tasto per mezzo del quale i due tratti di linea possano alternativamente comunicare coi reofori della macchina ricevente e con due prese distinte della batteria degli accumulatori; cosicchè quando il tasto trovasi nella posizione di riposo, i due tratti di linea formano un circuito solo con inclusa la macchina ricevente, mentre, quando il tasto è abbassato due correnti distinte vengono erogate ai due tratti di linea come se fossero due distinti circuiti capolinea.

Ho modificato perciò un tasto comune, ed ho disposto le comunicazioni dell'ufficio di Pisa nel modo esposto nel seguente schema (fig. 2ª), in cui *a* rappresenta un cilindretto d'osso, che partecipa dei movimenti della leva, *bb* due leggiere molle, applicate sotto la base del tasto, che vengono poste in contatto fra di loro quando la leva del tasto si abbassa.

La batteria degli accumulatori, appena posta in funzione, ha fornito ai suoi elettrodi estremi una differenza di potenziale di 64 *V*, pari a 2.28 *V* per elemento.

Tale differenza di potenziale si è mantenuta pressochè costante per tutta la durata dell'esperimento, che era stabilita di un mese, in quanto ho constatato, mediante misurazioni eseguite due volte al giorno, che abbassamenti di potenziale di 2 o 3 *V* al massimo, si verificavano soltanto nei giorni di massimo lavoro, e specialmente quando, in seguito a prolungata pioggia, vi erano state perdite lungo i circuiti.

I constatati abbassamenti di potenziale per il loro tenue valore, non influirono minimamente sul regolare andamento della trasmissione, tanto più che erano di breve durata.

Infatti essi si verificavano nelle ore pomeridiane, ma cessavano nel corso della notte, in conseguenza delle minori erogazioni di corrente richieste, in quelle ore alla batteria.

In tutto il corso dell'esperimento non si è avuto a lamentare il più piccolo inconveniente, e la corrente sui vari circuiti si è mantenuta costante anche quando la batteria erogava contemporaneamente corrente a più circuiti.

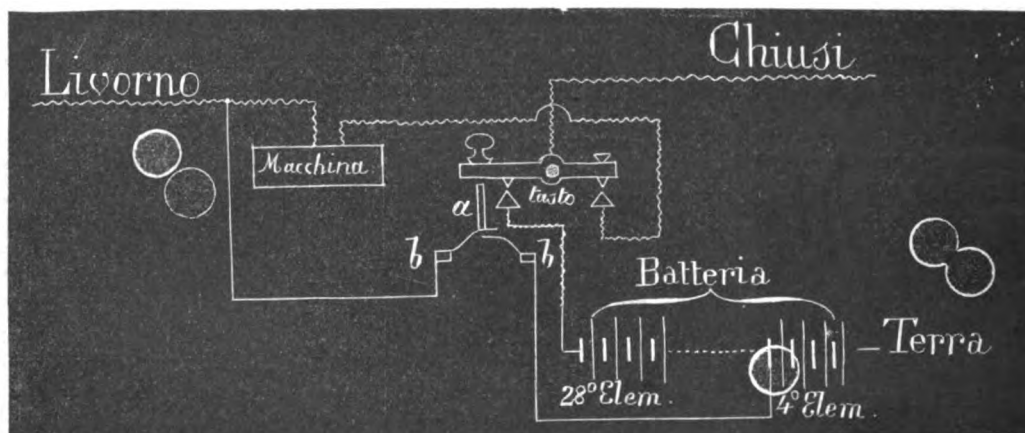



Fig. 2.

In quanto al resultato economico del sistema sperimentato, io credo sia sufficiente a dimostrarlo il porre a raffronto la spesa annua che ha sostenuto fino ad ora l'Amministrazione delle strade ferrate del Mediterraneo per la manutenzione delle pile dell'ufficio telegrafico della stazione di Pisa centrale, con quella che dovrà sostenere quando nell'ufficio stesso venga istallata una batteria di accumulatori mantenuta carica mediante una pila Daniell, deducendo quest'ultima spesa dai dati ottenuti durante il mese in cui questo sistema ha funzionato.

Spesa annua di esercizio e di manutenzione di 575 elementi di pila italiana e di 40 elementi di pila Leclanché.

Interesse del 5 °/o su L. 716 costo degli elementi di pila italiana e Lèclanché	L.	35.80
Consumo di solfato di rame Cg. 150 a L. 0.48 . .	»	72. »
Consumo di sale ammoniaco Cg. 23 a L. 1.10 . .	»	25.30
Cilindri di zinco per pila italiana n. 314 a L. 0.80.	»	251.20
Cilindri di zinco per pile Leclanché n. 95 a L. 0.24	»	22.80
Lamine di rame per pila italiana n. 10 a L. 0.66 .	»	6.60
Vasi di vetro con strozzatura n. 80 a L. 0.37 . .	»	29.60
TOTALE	L.	443.30

Spesa annua di esercizio e di manutenzione di numero 28 accumulatori e di numero 65 elementi di pila Daniell.

Interesse del 5 °/o su L. 177 costo dei 28 accumulatori e dei 65 elementi Daniell	L.	8.85
Rinnovazione degli accumulatori in ragione del 15 °/o	»	16.80
Solfato di rame Cg. 72 a L. 0.48	»	34.56
Cilindri di zinco per pile Daniell n. 80 a L. 0.25 .	»	48. »
Vasetti di argilla per pila Daniell n. 80 a L. 0.25 .	»	20. »
Bicchieri di vetro per detta pila n. 5 a L. 0.20 . .	»	1. »
TOTALE	L.	129.21

Col sistema sperimentato si ottiene dunque un risparmio annuo di L. 313.09 e cioè del 73 °/o.

Malgrado questo buon risultato, e considerato che, adottando una pila Italiana per la carica degli accumulatori, si sarebbe ottenuta una maggior economia, sia per la minor spesa derivante dall'assenza del vasetto di argilla, sia perchè in essa non ha luogo la diffusione dei liquidi, quando si trova, come nel caso nostro, costantemente a circuito chiuso, ho rinnovato l'esperimento applicando detta pila alla carica degli accumulatori.

Questo secondo esperimento, che è stato incominciato il 15 maggio e che dura tuttora, ha pienamente corrisposto, inquantochè, malgrado che la pila, per la sua maggiore resistenza, sia stata composta di 85 elementi, si è avuto in 45 giorni un consumo di solfato di rame di Cg. 7 in luogo di Cg. 9, che avrebbero consumato nello stesso periodo di tempo i 65 elementi Daniell adoperati nel primo esperimento.

Aniceto Lamma.

ALCUNE CONSIDERAZIONI

SULLE DISTRIBUZIONI A CORRENTE ALTERNATA

Nella seduta del 13 agosto della *British Association*, Silvanus Thompson ha passato in rassegna i principali vantaggi delle correnti alternate, accennando anche ai progressi raggiunti in questi ultimi tempi, nel lodevole scopo di dissipare le diffidenze che tuttora nei pratici trovano facile presa circa l'impiego delle correnti alternate.

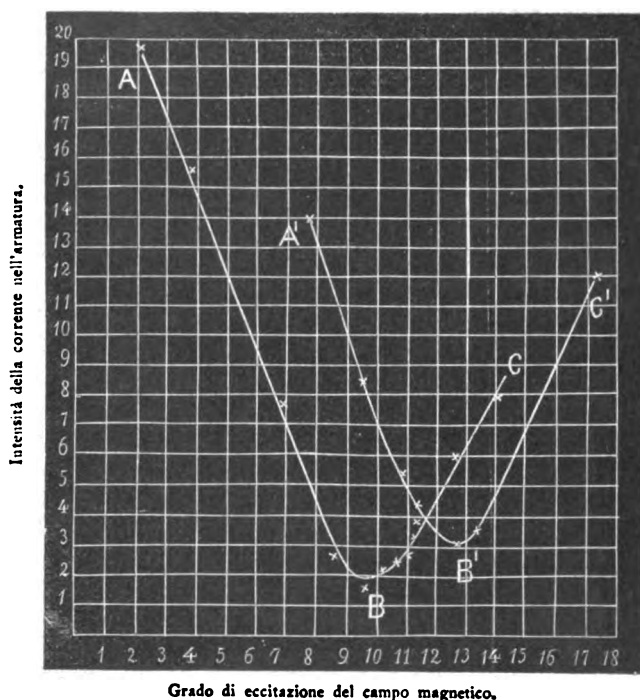
Lo spazio non ci consente di riprodurre tutti gli argomenti svolti dal Thompson in favore delle correnti alternate, tanto più che egli dimentica di contrapporvi quelli in favore della corrente continua, per la quale si limita ad enumerare gli svantaggi; vogliamo anzi far notare che le correnti continue hanno fautori non meno autorevoli del Thompson, e che gli impianti fatti con esse sia in Italia sia all'estero, ma specialmente in Inghilterra, non sono nè meno importanti o meno numerosi, nè hanno fatto più cattiva prova di quelli a corrente alternata.

Non sottoscriviamo perciò alla conclusione cui arriva il Thompson, che cioè non vi sia più alcun dubbio che d'ora innanzi, salvo pochi casi speciali, la grande maggioranza delle stazioni centrali adotterà le correnti alternate: ci limitiamo a riferire i risultati di alcuni recenti studi, che riteniamo debbano condurre ad un vero e reale progresso nella pratica delle distribuzioni di energia a corrente alternata.

Per potersene rendere un concetto esatto occorre partire da alcune esperienze molto importanti eseguite dal Mordey nel 1892 sui motori sincroni, che lo condussero a presentare una curva raffigurante la relazione che passa fra l'intensità della corrente richiesta dall'armatura ed il grado di eccitazione del campo magnetico di un motore sincrono soggetto ad un dato carico. Nell'unita figura sono tracciate due curve, *ABC* e *A'B'C'*, relative ad uno stesso motore sottoposto a due carichi differenti: come si vede, ogni curva presenta la forma della lettera *V*. Il punto più basso corrisponde ad uno stato particolare di cose e cioè ci indica che il motore avendo il campo magnetico eccitato ad un determinato grado, attira un certo minimo di corrente nella sua armatura affine di vincere la coppia resistente alla velocità che gli è imposta. Ma a compiere lo stesso lavoro — a vincere cioè la stessa coppia resistente alla stessa velocità — il motore richiederà sempre un'intensità più grande di corrente quando l'eccitazione del campo

magnetico è maggiore o minore di quel particolare valore minimo indicato dalla curva. Lo stadio particolare di eccitazione che rende minima la corrente nell'armatura in base al carico considerato, corrisponde evidentemente a quello stadio per il quale non esiste differenza di fase fra le pulsazioni del voltaggio impresso e quelle della corrente risultante; allora potremo scrivere la legge di Ohm senza tener conto del termine dovuto alla induttanza.

Supponiamo per esempio che l'armatura presenti una resistenza metallica di $\frac{1}{2}$ ohm, la corrente sia fornita a 100 volt, e si trovi di 10 ampere l'intensità della corrente minima richiesta dal carico, cui è soggetto il motore: allora per la legge di Ohm, scritta nel modo indicato, $v - e = ri$, cioè $100 - e = \frac{1}{2} 10$, si ha che il motore deve sviluppare una forza contro-elettromotrice e di 95 volt.

Grado di eccitazione del campo magnetico.

Supponiamo ora che l'eccitazione diminuisca, cosicchè la forza contro-elettromotrice e diventi di 90 volt. Allora se continuasse a sussistere la legge di Ohm, come è stata scritta ora, si avrebbe: $i = 20$ ampere. Ma tale incremento porterebbe un maggior consumo di energia, perchè 20 ampere per 90 volt dànno un prodotto molto maggiore di 10 ampere per 95 volt, e questa energia è molto maggiore di quella richiesta dal carico. Per consumare questa maggiore energia il motore dovrebbe aumentare la propria velocità; ma esso è sincrono, e la sua velocità, come è noto, è indipendente dal carico e dipende solo dal numero dei suoi poli e dal numero delle alternazioni della corrente. Il motore, non potendo accelerare il suo movimento, cambia la fase della sua reazione, e da ciò deriva un ritardo di fase della corrente rispetto a quella della forza elettromotrice. Il valore angolare di questo ritardo è dato da $\frac{90 \times 10}{95 \times 20} = 0{,}5277$.

Supponiamo ora che l'eccitazione del campo magnetico si accresca su quello corrispondente all'intensità minima così, che la forza contro-elettromotrice si porti da 95 volt a 100 volt. Allora applicando la legge di Ohm si avrebbe $i = o$, cioè non vi sarebbe più affatto corrente se non entrasse in giuoco un altro spostamento di fase. Ma questa volta invece di un ritardo si avrà un avanzamento di fase della corrente sulla forza elettromotrice.

In altre parole il motore sincrono se è in difetto di eccitazione, *under excited* come dicono gl'Inglesi, agisce come un rocchetto di forte autoinduzione che ritarda la fase

della corrente; se è in eccesso di eccitazione, *over excited*, fa le veci di un condensatore inserito sulla linea e sposta in avanti la fase della corrente.

Per verificare queste importanti deduzioni che derivano dalla curva del Mordey, il Tompson iniziò su alcune linee di Londra delle esperienze, che su larga scala furono fatte in America da Parshall, Elihu Thomson e Steinmetz, pervenendo alle stesse conclusioni con risultati praticamente favorevoli; gli esperimenti si fecero sopra una trasmissione di correnti a tre fasi di circa 300 kilowatt, installata in Hartford, Connecticut. Più tardi dopo che lo Steinmetz ebbe sottoposto la questione al calcolo, tutti i motori sincroni adoperati dalla *General Electric Company* nei suoi recenti trasporti di forza furono così disposti da poter essere sovreccitati; ottenendosi per tal modo che il potenziale rimanesse affatto costante in tutti i punti del circuito, ed indipendente dai carichi, entro i limiti di capacità dei motori.

Diversi sono i vantaggi di questa applicazione. In primo luogo se si tratta di una trasmissione semplice e non di una distribuzione a varî motori, la macchina generatrice e la ricevitrice possono essere costrutte con le identiche proporzioni, invece di scegliere come motrice una macchina più piccola della generatrice.

Di più, trattandosi di provvedere alla costanza del voltaggio sopra una vasta rete a corrente alternata, che sembrerebbe difficile a raggiungersi nel caso in cui grande sia il numero dei trasformatori e dei motori in azione, basterà fare che questi motori siano sincroni e sovreccitati. Giacchè l'avanzamento di fase che ne deriva non solo tende a diminuire la resistenza induttiva dei conduttori e dei trasformatori, ma la sua influenza si estende a traverso il sistema fino ai generatori dell'officina centrale, comportandosi come un avvolgimento composto per aiutarli a vincere tanto la resistenza induttiva della linea quanto la sua resistenza ohmica, e ciò sia fra i centri di distribuzione ed i punti di consumo, sia fra questi punti e la stazione generatrice.

Quanto al modo pratico di raggiungere lo scopo occorre ricordare che a differenza degli elettro-magneti eccitati da una corrente continua, per i quali cresce l'intensità di magnetizzazione con il crescere del numero delle spirali eccitanti, per gli elettromagneti eccitati da una corrente alternata vi è un numero particolare di spirali, in generale assai piccolo, per il quale si raggiunge il massimo d'intensità di magnetizzazione ed ogni spirale aggiunta la diminuirebbe invece di aumentarla.

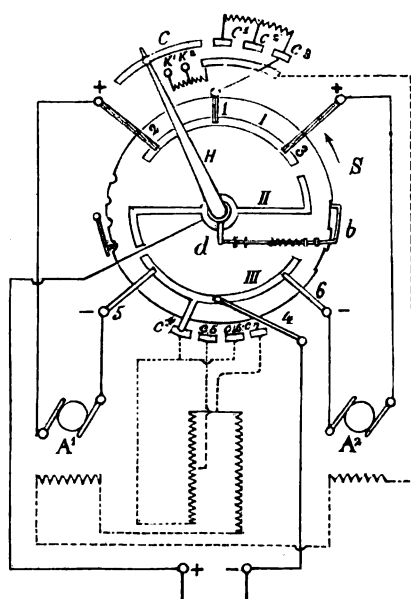
Ing. MICHELE GIROLA.

REGOLATORE DI VELOCITÀ PER MOTORI ELETTRICI

DELLA BERLINER MASCHINENBAU A. G.

Mediante questo apparecchio si regola la velocità, producendo, in corrispondenza alle variazioni negli avvolgimenti del circuito indotto, delle variazioni nel circuito induttore perchè rimanga immutata la posizione dell'asse neutro. L'apparecchio è inoltre disposto in modo che non si possa variare il modo di collegare gli avvolgimenti, se prima non si effettui l'esclusione del motore dal circuito.

Nella posizione di riposo, rappresentata nella figura, la corrente, che giunge alla leva H, resta interrotta. Spostando la leva a destra, si ottiene prima, mercè i contatti K^1, K^2, l'eccitazione del campo; quindi, mercè i contatti c^1, c^2, c^3 la con-

giunzione in derivazione rispetto al campo degli avvolgimenti indotti A^1, A^2, riuniti fra loro in parallelo: si ha con ciò la velocità massima del motore. Per ottenere una prima diminuzione di velocità si gira mediante un manubrio il disco S nella direzione della freccia, finchè l' appendice del pezzo conduttore *III* tocca il contatto c^5, diminuendo con ciò la resistenza inserita nel circuito induttore. Degli intagli praticati nel disco ed in cui penetra un' asta a molla b servono a fissare il disco nelle varie posizioni. Per muoverlo ulteriormente, dopochè l'asta b è giunta all'estremo del primo intaglio, occorre sollevare quest'asta oltre la sporgenza, ciò che si ottiene girando verso sinistra la leva H, che agisce su quest'asta coll'appendice d, ossia riportando la leva nella posizione di riposo, in cui il motore resta escluso. Allora si può girare il disco, finchè l' appendice del pezzo *III* tocchi il contatto c^6; contemporaneamente le spazzole 3 e 5 formano contatto col pezzo *II*; in questa nuova posizione i due avvolgimenti indotti sono in serie fra loro, e tutta la resistenza è inserita nel circuito induttore. Spostando allora a destra la leva H, si rimette in movimento il motore con velocità ridotta.

Facendo poi girare il disco nel senso della freccia finchè l'appendice di *III* viene a far contatto con c^7, si ottiene un'ulteriore riduzione nella velocità del motore.

E. V.

PRINCIPI FONDAMENTALI

DELLA TEORIA DEI CIRCUITI MAGNETICI

E LORO APPLICAZIONE

(Continuazione e fine, vedi pag. 224).

Metodi di approssimazione.

20. — Fra tutti i casi che sono stati considerati, in uno solo si può trattare di resistenza magnetica definita, ed è quello di un tubo di forza di sezione qualunque, terminato a due superficie equipotenziali, e privo di correnti che circolino nel suo volume. In questo caso, indicando con Φ il flusso costante che attraversa qualunque sezione del tubo, e con M la f. m. m. agente fra le sue basi lungo una linea qualunque che ne segua il percorso, abbiamo

$$\Phi = \frac{M}{R}.$$

Caso particolare di questo, ma specialmente importante, è quella di un tubo di forza chiuso: allora non abbiamo più a occuparci di basi equipotenziali, e la f. m. m. M è uguale a 4π volte la corrente elettrica totale Q abbracciata dal tubo stesso.

Il simbolo R che figura al denominatore fu denominato reluttanza magnetica. Noi sappiamo esprimerlo in due modi diversi, cioè

$$R = \frac{1}{\int\int \frac{1}{\int \frac{1}{\mu} \frac{1}{\delta\Sigma} ds}}, \quad R = \int \frac{1}{\int\int \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}.$$

Per calcolare R col mezzo della prima formola, occorre tracciare nell' interno del tubo il sistema delle linee di forza, dividendo, coll'aiuto di queste, il suo volume in tanti tubi di forza infinitesimi, contigui l'uno all'altro e terminati alle stesse superficie di base del tubo dato, oppure rientranti, se esso lo è. Ciò fatto, per ognuno di questi tubi si traccia l'asse, e indicando con ds un elemento di lunghezza dell'asse stesso, con μ la permeabilità magnetica in quel punto (la quale può dipendere dal valore corrispondente di B) e con $\delta\Sigma$ l'area della sezione normale all' elemento ds, si calcola l' integrale $\rho = \int \frac{1}{\mu} \frac{1}{\delta\Sigma} ds$ il quale ci dà la reluttanza (infinitamente grande) del tubo infinitesimo che si considera. Per ognuno degli infiniti tubi in cui abbiamo diviso il tubo dato, abbiamo un valore di ρ, e possiamo prendere il reciproco $\frac{1}{\rho}$, che si può indicare con d^2K essendo infinitesimo di second'ordine; otterremo così tanti d^2K quanti sono i tubi, cioè un numero doppiamente infinito. Sommiamoli tutti, cioè prendiamo l'integrale $\int\int d^2K$; la quantità reciproca di questa è la resistenza magnetica R del tubo dato.

Supponendo pure di conoscere completamente la configurazione del tubo e il valore attuale della permeabilità in ogni suo punto interno, e di non preoccuparci delle difficoltà analitiche necessarie a condurre a termine il calcolo suindicato, l'esecuzione di esso nella maggior parte dei casi è impossibile, poichè presuppone la conoscenza dell' intero sistema delle linee di forza nel tubo stesso; conoscenza che ben raramente può essere posseduta.

Le formole scritte sarebbero per conseguenza, nella grandissima maggioranza dei casi, di nessuna utilità, ove non venisse in nostro aiuto un principio generale, la cui applicazione a questo caso permette di ricavare dalle stesse formole, dei valori, approssimati tanto quanto si vuole, dagli elementi che si cercano. Questo principio, che si puo ammettere come un'assioma, viene enunciato così: *se la reluttanza specifica di una parte di un sistema cresce o diminuisce, la reluttanza totale del sistema cresce o diminuisce anch'essa, purchè tutto il resto non subisca variazioni.*

Esso fu applicato già a varii problemi di fisica matematica, fra cui a quello del calcolo della resistenza dei conduttori elettrici, con risultati interessanti. Mostrerò qui come sia possibile farne la stessa applicazione nei problemi del magnetismo, e in questo caso con vantaggio forse ancora più grande.

Riprendiamo il nostro tubo di forza, di cui supponiamo nota la superficie laterale, e le basi equipotenziali (nel caso in cui non sia rientrante), e ignota la distribuzione delle linee di forza interne: supponendo, con un artificio immaginario qualsiasi, di obbligare i nostri dati a restare immutabili, cioè il flusso del tubo a restare racchiuso dalla medesima superficie laterale, e le basi a mantenersi equipotenziali, noi potremo tracciare nell'interno del tubo una porzione di superficie qualsiasi, e renderla col pensiero non permeabile al magnetismo, senza che perciò il tubo cessi di essere tubo di forza, e di soddisfare alle altre condizioni date.

Ma l'effetto della operazione eseguita sarà, per il principio che abbiamo ammesso, quello di aumentare la reluttanza magnetica del tubo, a meno che la superficie trac-

ciata non coincida con una superficie naturale di flusso. Ora, tracciando un doppio sistema di superficie siffatte, noi possiamo suddividere il tubo dato in tanti tubi infinitesimi, lungo ognuno dei quali il flusso sia obbligato a mantenersi costante; l'effetto di ciò sarà che il flusso, invece di seguire le linee di forza, il cui andamento è ignoto, seguirà le linee determinate dall'intersezione di questi due sistemi di superficie fra loro, le quali sono in nostro arbitrio. E la reluttanza magnetica R_1 del tubo così modificato, non sarà uguale a quella R del tubo vero, a meno che le linee tracciate non coincidano del tutto con le linee di forza; essa avrà sempre un valore più elevato, che si discosterà da R più o meno.

Ma questo valore può essere calcolato facilmente; per far ciò non occorre altro se non applicare la formola che ci dà R, estendendo le integrazioni, invece che al sistema delle linee di forza vere, a quello delle linee arbitrarie da noi tracciate. Il risultato R_1 che si ottiene varia secondo questo sistema prescelto, mantenendosi sempre inferiore a R, che ne è il valor minimo; per ottenere un valore approssimato molto, occorrerà che le linee arbitrarie siano tracciate in modo da avvicinarsi presumibilmente il massimo possibile alle vere. Si osserverà poi che, siccome ogni funzione in vicinanza del suo valor minimo varia molto lentamente, così è da ritenere che la differenza fra R_1 ed R sarà piccola, anche quando l'andamento delle linee arbitrarie tracciate si discosti abbastanza da quello delle linee vere.

Se per diversi sistemi di linee arbitrarie si ottengono diversi valori di R_1 il più piccolo sarà il più vicino ad R. È evidente poi infine che se per calcolare R_1 ci si serve invece che della vera superficie laterale del tubo di forza dato, di una superficie in essa compresa, si ottiene un valore ancor superiore; dunque anche questa sostituzione è permessa, come in genere qualunque altra per cui il valore della resistenza venga ad essere aumentato.

21. — La seconda delle formole applicabili al calcolo della resistenza magnetica di un tubo di forza terminato a superficie equipotenziali, o chiuso, è:

$$R = \int \frac{1}{\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}.$$

Per applicare questa formola si traccia nell'interno del tubo tutto il sistema delle superficie equipotenziali, dividendo così il volume del tubo stesso in una serie di strati successivi, di spessore infinitesimo. Per ognuno di questi strati si fa il prodotto della permeabilità attuale, supposta nota, in un suo punto, per l'area di un elemento di superficie circostante; si divide per δs, lo spessore normale dello strato nel punto stesso e del prodotto $\mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}$ si prende l'integrale $\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}$, esteso a tutta la superficie dello strato stesso; la quantità reciproca di questa ci dà la reluttanza infinitesima dR, dello strato. Quella del tubo è uguale allora alla somma delle reluttanze singole di tutti gli strati di cui è composto, cioè $\int dR$.

Anche per calcolare R secondo questo procedimento, occorre conoscere un elemento che nella maggior parte dei casi è ignoto, cioè il sistema di tutte le superficie equipotenziali interne al tubo. Ove questo non sia possibile, lo stesso principio di cui ci siamo serviti viene qui in aiuto per determinare un valore approssimato, ma questa volta approssimato per difetto.

Supponiamo che, i dati caratteristici del tubo rimanendo inalterati, si tracci nel volume di esso una superficie, e si dia a tutti i punti di questa una permeabilità

infinita; il risultato sarà che il flusso nell'interno del tubo si distribuirà diversamente, in modo da rendere eguale il potenziale magnetico in tutti i punti della superficie tracciata; intanto la reluttanza del tubo sarà di necessità diminuita, a meno che la superficie tracciata non coincida del tutto con una superficie equipotenziale naturale, nel qual caso la sostituzione da noi fatta non apporterebbe variazione alcuna.

Tracciamo allora un sistema di superficie siffatte, il cui andamento si avvicini a quello delle equipotenziali naturali: cioè le estreme coincidano con le basi del tubo, e le intermedie si seguano, stratificandone il volume.

Se supponiamo attribuita a queste superficie una permeabilità infinita, avremo che la resistenza del tubo avrà acquistato un valore R_2 inferiore ad R, nel tempo stesso che le superficie tracciate saranno divenute equipotenziali. Il valore R_2 si calcola applicando il procedimento d'integrazione suindicato al sistema di queste superficie arbitrarie, invece che a quello delle superficie equipotenziali naturali, e sarà tanto più approssimato a R quanto meno questi sistemi si discostano fra loro. E anche qui vale la stessa osservazione fatta nell'altro caso, che cioè a una differenza mediocre fra i due sistemi di superficie corrisponde una differenza relativamente piccola fra i valori di R e R_2.

Abbiamo dunque imparato a trovare, per la reluttanza R di un tubo di forza terminato a basi equipotenziali, un valore limite superiore R_1, e un valore limite inferiore R_2 i quali possono essere ravvicinati indefinitamente l'uno all'altro. Il primo si determina sostituendo delle linee di flusso vere un sistema di linee arbitrarie ed il secondo sostituendo al sistema delle superficie equipotenziali vere un sistema di superficie arbitrarie; è permesso poi anche fare qualsiasi altra sostituzione avente per effetto, nel primo caso, di aumentare la reluttanza magnetica, e, nel secondo di diminuirla.

22. — I metodi di sostituzione qui indicati sono già stati applicati al calcolo della resistenza elettrica dei conduttori a tre dimensioni, in casi corrispondenti a quelli qui indicati.

Voglio ora dedurre una generalizzazione di questi procedimenti che permette di trarne partito in casi più complessi.

Prendiamo un tubo di forza terminato a basi qualsiasi, e non più equipotenziali, e ammettiamo anche, a differenza di prima, che nel suo interno possano circolare correnti. In questo caso non si parla più di reluttanza magnetica; ma sappiamo che quando si conosca la f. m. m. agente lungo ogni linea di forza tracciata internamente al tubo, si può determinare il flusso attraverso al medesimo. Per far ciò si scompone, come al solito, il volume di esso in tanti tubi di forza infinitesimi, per ognuno di questi si calcola l'integrale $\int \frac{ds}{\mu \delta \Sigma}$, e si divide per il risultato dell'integrazione il valore M della f. m. m. agente lungo l'asse del tubo stesso. Facendo la somma dei quozienti ottenuti, si ottiene il flusso richiesto

$$\Phi = \int\int \frac{M}{\int \frac{ds}{\mu \delta \Sigma}} .$$

Ora, per fare questo calcolo è necessario conoscere, anche qui, alcuni elementi particolari, cioè il sistema delle linee di forza nel tubo, e la f. m. m. lungo ciascuna di esse. Nella maggior parte dei casi questi dati non si posseggono, e quindi la formola precedente risulta inapplicabile.

Se non che è possibile trattare anche questo caso in modo analogo ai precedenti, estendendo quel principio di cui ci siamo valsi allora, e che, così come è stato allora

enunciato, si applica solo al caso in cui esiste una vera resistenza magnetica. Noi possiamo asserire in generale, facendo questa estensione, che, se in un tubo di flusso si diminuisce la permeabilità magnetica in qualche punto del suo volume, pur lasciando inalterata la f. m. m. agente lungo una linea qualsiasi interna terminata colle basi, il flusso attraverso il tubo diminuisce anche esso. Questo principio è evidente da per sè, quanto basta perchè si possa ammetterlo come assioma.

Allora si tracci nell'interno del tubo, in sostituzione delle linee di forza, un sistema arbitrario di linee, che vi si avvicini il più possibile, e lungo ognuna delle quali sia nota la f. m. m. agente da una base all'altra del tubo. Se immaginiamo di tracciare un doppio sistema di superficie che si intersechino secondo queste linee, e renderle impermeabili al magnetismo, si può asserire, in base al principio stabilito, che il flusso attraverso al tubo sarà ridotto a un valore Φ', minore di Φ, purchè la f. m. m. lungo ognuna di queste linee sia rimasta inalterata.

Ma siccome, col far ciò, abbiamo obbligato il flusso a seguire le linee da noi tracciate, si calcolerà il valore di Φ', eseguendo le operazioni di integrazione su indicate, rispetto a queste stesse linee invece che rispetto alle linee di forza sconosciute.

Abbiamo così il modo di calcolare un valore Φ' che non è certamente superiore a Φ, ma che vi si può approssimare quanto si vuole.

Non è però possibile, in questo caso, applicare un procedimento analogo per trovare un valore limite superiore Φ_2. Valori superiori si possono trovare, ma non però capaci di avvicinarsi a Φ indefinitamente; uno di questi p. es. si avrebbe tracciando un sistema di equipotenziali arbitrarie, di cui le estreme coincidano con le basi, e fra le quali si supponga esistere una f. m. m. uguale alla massima di quelle che agiscono lungo tutte le linee di forza del tubo; ma questo valore può differire in modo sensibile da quello cercato, senza che ci sia modo di approssimarlo maggiormente.

23. — Ma il caso che presenta maggior interesse pratico è quello di un tubo, non più di forza, arbitrario, ma rientrante, o terminato a superficie equipotenziali, e non percorso da correnti interne. Anche qui non esiste una resistenza magnetica, come sappiamo; per scrivere una formola applicabile a questo caso, dobbiamo tracciare l'intera serie delle superficie equipotenziali nel volume del tubo; diviso così questo in strati infinitesimi, se indichiamo con $d^2\Sigma$ l'elemento di superficie di uno di questi strati, con δs lo spessore normale corrispondente, con μ la permeabilità, si ha in

$$\delta V = \frac{\Phi}{\iint \frac{\mu\, d^2\Sigma}{\delta s}}$$

la differenza di potenziale fra le faccie dello strato, ove Φ sia il flusso attraverso il medesimo. Sommando questi δV relativi ai successivi strati, si ottiene la f. m. m. M agente lungo una linea qualsiasi tracciata nel tubo, e terminata alle sue basi:

$$M = \int \frac{\Phi}{\iint \mu \frac{d^2\Sigma}{\delta s}}$$

alla quale M si potrà sostituire il $4\pi Q$ se il tubo è rientrante.

Per mezzo di questa formola si determina M, ove questo sia sconosciuto, e siano invece note le superficie equipotenziali interne al tubo, e il flusso attraverso a ciascuna di esse.

Anche qui, ove non si abbia questa conoscenza, si ricorre al solito metodo d'approssimazione; si può porre un principio correlativo al precedente e che contiene esso pure come caso particolare quello che ci ha servito per il calcolo delle resistenze ma-

gnetiche; possiamo cioè ammettere che: se in un tubo come quello considerato si aumenta la permeabilità in alcuni punti, conservando inalterati gli elementi dati (superficie laterale, e basi equipotenziali), e si varia la distribuzione della forza magnetica in modo che rimanga pure inalterata la distribuzione del flusso che entra o che esce per ogni punto della superficie laterale, la f. m. m. agente lungo il tubo si trova diminuita.

Ammesso questo principio, di carattere assiomatico, ne viene che se noi tracciamo nell'interno del tubo dato una serie di superficie aventi un andamento analogo a quello delle equipotenziali, e si dà a queste superficie una permeabilità infinita, la f. m. m. M' che si deve applicare fra le basi del tubo perchè la condizione precedente possa essere soddisfatta, e quindi attraverso a ognuna di queste superficie passi lo stesso flusso che vi passerebbe naturalmente, è minore di M. Ma M si calcola con lo stesso procedimento che serve a calcolare M, con la differenza che, invece di eseguire le integrazioni rispetto al sistema delle superficie equipotenziali vere, si eseguono rispetto al sistema delle superficie arbitrarie.

Abbiamo così il modo di ricavare un valore di M, approssimato per difetto, ma che vi si può avvicinare tanto da eguagliarlo. Non si può peraltro calcolare un valore approssimato per eccesso, il quale goda della stessa proprietà.

I casi generali qui considerati sono i più importanti fra quelli che si presentano comunemente nelle questioni relative ai circuiti magnetici; ma gli stessi metodi matematici di trattazione possono essere estesi, con modificazioni facili a concepire, ad altri casi speciali più complicati. Questi metodi permettono di passare alla risoluzione di numerosi problemi concreti.

Ing. Giovanni Giorgi.

HERMANN VON HELMHOLTZ

Un altro ancora dei pionieri della scienza è perduto al mondo: col 6 settembre scorso si spegneva la vita del prof. Helmholtz. Si puo dire di lui che è stata una delle grandi figure a cui il nostro secolo deve la maggior parte del suo mirabile progresso.

Hermann L. F. Helmoltz nacque nel 1821 a Potsdam, da madre inglese. Studiò medicina a Berlino, e divenne chirurgo militare; all'età di 28 anni riusciva professore di fisiologia a Königsberg; sette anni dopo passava a Bonn, poi a Heidelberg, infine nel 71 era nominato professore di filosofia naturale e direttore dell'Istituto fisico a Berlino: quest'ultima occupazione lasciò nell'87 per dedicarsi alla direzione dell'Istituto politecnico di Charlottenburg.

È difficile poter dare brevemente un'idea adeguata del lavoro immenso compiuto da Helmholtz; basti dire che per circa mezzo secolo ha studiato e lavorato in tutti i rami della fisica e che in tutti ha lasciato l'impronta d'una personalità possente, d'un genio straordinario d'investigazione.

L'editore Barth di Lipsia ha pubblicato la raccolta completa dei suoi lavori; ma la sola enumerazione di essi occuperebbe troppo spazio, e ci limiteremo a citarne alcuni.

La memoria sulla « Conservazione dell'energia » pubblicata nel 47, quando cioè aveva soli 26 anni, ha fatto epoca nella storia del progresso, fondando la base cardinale del pensiero scientifico moderno; più tardi Helmholtz commosse ancora gli scien-

ziati con le sue ricerche di idrodinamica trascendentale, che hanno permesso per la prima volta un'ipotesi sulla costituzione della materia e dell'etere. Un altro suo grande titolo di gloria fu la scoperta dell'Oftalmoscopio, seguita poi dal suo Trattato di Ottica fisiologica, che gli costò 10 anni di lavoro; in esso insegnò come avvengono le sensazioni dei colori.

Ricorderemo ancora i suoi studi in Acustica, sulla differenza dei suoni, e sulla natura delle vocali, sui toni armonici, in Elettricità sulle leggi delle correnti variabili, sulla

teoria matematica dell'elettrodinamica, sulla polarizzazione galvanica dei corpi, sulle tensioni nei campi elettromagnetici, in Fisiologia sulla velocità di trasmissione dell'influsso nervoso, sul meccanismo di varie sensazioni, e sul potere risolutivo dell'orecchio. Anche quella nuova scienza che si chiama Psicologia sperimentale l'annoverava fra suoi più valenti cultori.

Helmholtz nello scorso anno prese parte al Congresso elettrico internazionale di Chicago e si dice vi andasse mandato dal suo Imperatore a rappresentare la scienza tedesca. Le acclamazioni entusiastiche con cui fu salutato quel grande dagli scienziati

di tutto il mondo erano dirette al genio universale di Helmholtz, all'uomo di cui il mondo intiero doveva gloriarsi: ma quel viaggio inutile nulla poteva aggiungere alla sua gloria, ha invece segnato il termine della sua luminosa carriera. Fu appunto nel ritorno da Chicago, che egli soggiacque al primo attacco d'apoplessia, da cui è stato ora condotto al sepolcro.

Il ritratto che presentiamo ai lettori come ricordo del grande scienziato, è riprodotto da una fotografia somigliantissima del Brogi di Firenze.

La Redazione.

CONGRESSO DI ELETTRICISTI AMERICANI.

Nello scorso luglio ha avuto luogo il secondo congresso annuale della *Northwestern Electrical Association* americana, nella città di St. Paul, Minn.

Il congresso è riuscito abbastanza interessante, malgrado le circostanze sfavorevoli in cui è stato tenuto. Notiamo una conferenza di John C. Mc. Mynn, sull'economia nel funzionamento delle caldaie. L'A. sostenne ivi l'importanza di una buona disposizione di caldaie, e l'utilità di iniettare sempre acqua calda; consigliò di pesare sempre l'acqua, il carbone, e fare eventualmente dei saggi calorimetrici sul vapore; per decidere sulla convenienza delle caldaie tubulari o no, propose la seguente formola che dà il costo d'esercizio per cavallo-ora.

$$x = A + C + W + \frac{B(1+b) + D + P(1+b)}{HN}$$

dove B è il costo delle caldaie, P quello dell'impianto relativo, b la corrispondente quota di interesse e ammortamento, D il costo annuo delle riparazioni, H il numero dei cavalli, N le ore di esercizio annue; W, C, A il costo del combustibile, sorveglianza, e accessorii per cavallo-ora. La questione del combustibile fu discussa dall'autore, il quale concluse che spesso si possono ottenere risparmi dall'uso di un combustibile inferiore; e citò alcuni casi di economie sensibili realizzate con l'uso del petrolio.

L'ing. G. Donaldson presentò una memoria sulla *Moderna Dinamo;* in questa memoria sono accennati i progressi più recenti fatti nella costruzione delle dinamo, e principalmente riguardo al tipo recente di dinamo multipolare a corrente costante e a circuito chiuso; le principali difficoltà di questa costruzione s'incontrano nell'ottenere una buona regolazione e l'assenza di scintille, e per ottenere quest'ultimo scopo i costruttori hanno ricorso a variare la forma dei pezzi polari, con maggiore o minore successo. Quando la carica discende al 50 o 25 % della normale, il funzionamento è buono, ma a piena carica è ben difficile ottenere che la commutazione avvenga senza scintille; ci si avvicina a questo ideale forzando molto l'induzione magnetica, oppure usando pezzi polari continui.

Altre conferenze di minore importanza furono tenute sull'argomento dell'educazione tecnica nelle scuole, su l'uso delle lampade a incandescenza, sull'esercizio delle stazioni centrali, ecc.

G. G.

SISTEMA RAZIONALE D'UNITÀ PER LA MISURA DELLA LUCE.

Il Blondel di Parigi ha proposto un sistema razionale di unità per le principali grandezze, che si incontrano nella fotometria. Noi crediamo utile pei nostri lettori riprodurre le definizioni e i nomi. Il nuovo sistema è fondato sul concetto di corrente luminosa, cui l'autore attribuisce per rispetto alla luce il medesimo significato che questa parola riceve nello studio dell'elettricità o del calore. Le unità che il Blondel propone sono le seguenti:

1. *Intensità di una data sorgente luminosa in una data direzione.* - È il rapporto fra la corrente di luce proveniente dalla sorgente, che esiste in un cono infinitesimo avente per asse quella direzione, e l'angolo ϑ apertura di questo cono. L'autore propone come misura delle intensità il campione Violle, e per le misure tecniche la ventesima parte di quest'unità, cui darebbe il nome di *Pyr.*

2. *Corrente di luce.* - È quella lanciata in un

cono di apertura uno, da una sorgente puntiforme, che ha in tutte le direzioni l'intensità di un pyr. Per quest'unità l'autore propone il nome di *Lumen*. Una sorgente che possiede l'intensità media sferica di n pyr emette in tutte le direzioni una corrente complessiva di $4 \pi n$ lumen.

3. *Illuminazione di un dato elemento di una superficie*. - È il rapporto della corrente di luce $d\varphi$, che riceve l'elemento alla grandezza dell'elemento stesso. Si ha cioè, chiamando ds l'elemento, ed e l'illuminazione:

$$e = \frac{d\varphi}{ds}.$$

Per quest'unità già Preece nel 1889 aveva proposto il nome *Lux*. Un lux dunque sarebbe l'illuminazione, che da una sorgente, la quale in tutte le direzioni ha l'intensità di un pyr, riceve un elemento di superficie collocato alla distanza di un metro dalla sorgente perpendicolarmente ai raggi luminosi. Si può reciprocamente dire che un lumen è quella corrente di luce, la quale colpendo perpendicolarmente una superficie, le comunica l'illuminazione di un lux.

4. *Splendore di una sorgente luminosa*. - È il rapporto fra l'intensità della sorgente e la superficie illuminante. Quando, collocando dinanzi alla sorgente luminosa un piccolo schermo munito di un foro, l'intensità di luce inviata attraverso il foro è indipendente dall'orientazione della superficie rispetto al piano contenente il foro medesimo, lo splendore può dirsi il medesimo sotto tutti gli angoli. Altrimenti conviene parlare di splendore sotto una determinata direzione. Una sorgente luminosa ha l'unità di splendore, quando, possedendo l'unità di superficie, ha l'intensità di un pyr. L'autore propone di misurare lo splendore in pyr per centimetro quadrato.

5. *Luminosità di un oggetto illuminato*. - È il prodotto dell'illuminazione dell'oggetto per la durata di quest'illuminazione, quindi si esprime in lux-secondi. Questa quantità ha interesse specialmente in fotografia e in fisiologia. Per es. si è trovato che per la percezione di un punto luminoso è necessaria una luminosità per la pupilla di 10^{-8} lux-secondi. Il Congresso fotografico di Bruxelles ha proposto per il lux-secondo il nome di *Phot*.

6. *Quantità di luce*. - È il prodotto della corrente di luce per la sua durata. Fino ad ora nei trattati chiamavasi quantità di luce ciò che qui è la corrente luminosa. L'unità per la quantità di luce, secondo il congresso dei fotografi è il lumen-secondo, cui hanno proposto il nome di *Rad*. Forse per la tecnica dell'illuminazione sarebbe più opportuno il lumen-ora. Così p. e. le società d'illuminazione potrebbero esigere un prezzo proporzionale ai lumen-ora forniti. Tale idea è manifestata anche da Maréchal nel suo ottimo libro sull'illuminazione di Parigi.

F. L.

La nuova Legge doganale e le Industrie elettriche in America.

La legge relativa alla riduzione delle tariffe doganali negli Stati Uniti è stata definitivamente sanzionata, e questo avvenimento è destinato ad avere un'influenza notevole sullo sviluppo dell'industria elettrica. I lettori ricorderanno come questa industria, dopo aver raggiunto in America un massimo di prosperità tre anni or sono, abbia, a cominciare dal 1893, traversato un periodo di crisi molto grave, che produsse un ristagno generale degli affari e il fallimento di molte case potenti. Da un tale stato disastroso l'industria ha cominciato da qualche tempo a risollevarsi, ma una delle ragioni che si opponevano a una ripresa attiva degli affari era lo stato di incertezza sulle condizioni che dovevano essere fatte al mercato americano dalla legge doganale in discussione. La maggior parte degli industriali vedevano in una eventuale riduzione delle tariffe protettive un pericolo grave per le loro intraprese, che avrebbero potuto subire un effetto disastroso dalla concorrenza europea, e quindi si capisce che nell'incertezza dell'avvenire, esitavano ad arrischiarsi in imprese di una certa importanza.

La legge approvata apporta effettivamente una serie di riduzioni più o meno importanti nei dazi d'importazione, ma queste riduzioni non sono così forti da esporre le manifatture americane al pericolo di una seria concorrenza da parte delle forestiere; inoltre, essendosi posto fine allo stato d'incertezza che aveva durato finora, è possibile ormai la ripresa degli affari su grande scala.

A questo proposito il giudizio degli industriali è stato concorde, come lo provano le comunicazioni di 60 o 70 notabilità del mondo commerciale americano pervenute all'*Electrical World*, e ivi pubblicate in un numero recente. Essi accettano tutti con soddisfazione la presente soluzione della questione doganale, e preferiscono avere una soluzione qualsiasi al non averne alcuna; sperano tutti che le condizioni dell'industria elettrica riprendano definitivamente una marcia ascendente. Allo *Stock Exchange* di New-York si è visto l'ef-

fetto vantaggioso del nuovo stato di cose; le azioni della *General Electric*, che per effetto della crisi erano cadute da 100 sino a 34, sono improvvisamente risalite a 46, e gli altri principali valori ne seguono l'andamento.

Le disposizioni principali della nuova legge doganale per ciò che riguarda le manifatture elettriche, sono le seguenti: rame grezzo, esentato da dazio; conduttori di rame da 45 a 35 per cento; conduttori di rame isolati, da 35 a 30; zinco, da 45 a 35; fibra isolata, da 35 a 30; accessori per lampade, da 60 a 40; porcellana, da 55 a 30; macchine dinamo e lampade ad arco, da 45 a 35; ferro e acciaio laminato, da 1 a 0,7 cent. o da 1,4 a 1 cent. per libbra secondo lo spessore; fusioni d'acciaio e ferro, da 2,3 a 1,5 cent. per libbra d'acciaio puro da 7 sino a 2 e 3, e così di seguito, secondo la qualità.

L'unica riduzione che può avere conseguenze importanti è quella delle lampade a incandescenza che da 60 per cento va a 35 per cento. Essa riduce il costo della lampada fabbricata in Europa a dollari 0,25 sul mercato di New-York, e rende possibile la concorrenza europea in America.

G. G.

NUOVE FERROVIE ELETTRICHE AEREE.

Gli americani, impressionati dall' esito felice della ferrovia di Liverpool e della *Intramural R'y* di Chicago, hanno deciso di applicare la forza motrice elettrica a un'altra ferrovia aerea di Chicago, la *West Side Elevated R'y*.

Questa ferrovia, che connette la parte occidentale della città con la maggior parte delle altre linee di comunicazione locali, avrà quadruplice binario, per permettere il percorso rapido. Si impianteranno due dinamo generatrici da 2000 cav. e due altre da 1000 cav., la corrente delle quali sarà trasmessa ai treni per mezzo di una terza rotaia, e di un contatto scorrevole. I treni saranno composti per ora di una vettura automotrice con due motori, la quale rimorchierà due o tre vetture ordinarie, secondo l'occorrenza, con la velocità di 21 km. l'ora, comprese le fermate; in seguito le vetture automotrici riceveranno quattro motori, e potranno rimorchiare fino a 5 vetture, con la velocità di 24 km.

Anche a Berlino si spera che, avendo ormai risolte le gravi difficoltà incontrate, un progetto analogo verrà posto in esecuzione quanto prima. Si tratta di costrurre una ferrovia elettrica aerea dal ponte di Varsavia al Giardino zoologico; la casa Siemens e Halske si incaricherebbe dell'esecuzione della ferrovia entro 4 anni ottenendo la concessione dell' esercizio per 90 anni, e pagherebbe alla città dal 2 al 4 per cento degli introiti lordi; le partenze dovrebbero seguirsi con cinque minuti d'intervallo.

G. G.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

L'elemento normale a cadmio di Weston.

L' elemento zinco-mercurio di Latimer Clark ha, come è noto, l' inconveniente che la sua forza elettromotrice dipende molto dalla sua temperatura. Il Weston per evitare quest' inconveniente ha proposto di sostituire allo zinco il cadmio, e ha così costituito un elemento formato dalla seguente serie di corpi: $Cd - Cd\,SO_4 - Hg_2\ SO_4$ — Hg. Ultimamente W. Jaeger e R. Wachsmuth hanno eseguito una serie accurata di esperimenti con questo elemento Weston in confronto al Latimer Clark, e hanno ottenuto i risultati seguenti:

1° La forza elettromotrice dell'elemento a cadmio è a 20° 1,025 volt.

2° Essa segue rapidamente le oscillazioni della temperatura.

3° Il coefficiente di variazione di questa forza elettromotrice colla temperatura è così piccolo, che basta conoscere la temperatura medesima solo approssimativamente, e quindi pur generalmente assumersi come temperatura dell'elemento la temperatura della stanza in cui esso trovasi collocato. La legge esatta che lega la temperatura t alla forza elettromotrice E è espressa dalla seguente equazione:

$$E_t = E_0 - 1{,}25 \times 10^{-5}\,t - 0{,}065 \times 10^{-5}\,t^2$$

Per l'elemento Latimer Clark invece fra 10° e 30° vale la formula seguente:

$$E_t = E_{15} - 116 \times 10^{-5}(t - 15) - 1 \times 10^{-5}(t-15)^2$$

4° Ciò cui deve con molta cura badarsi nell'elemento Weston è l'assoluta neutralità e la perfetta concentrazione delle soluzioni.

F. L.

★

Sulla dilatazione termica dei bronzi di alluminio *per il dott.* A. FONTANA (*).

L'A. si è formato cinque differenti leghe nelle seguenti proporzioni:

	Rame	Alluminio
A	99	1
B	95	5
C	90	10
D	85	15
E	80	20

e si è poi assicurato che i bronzi ottenuti corrispondessero ai titoli suddetti valendosi di un'analisi elettrolitica.

La lega *A* è di color rosso di rame; ha struttura fibrosa; peso specifico 8,771 a 25°,6; è duttile e malleabile ed assai resistente al ferro quando si tornisce.

La seconda lega *B* è di colore giallo d'oro; ha struttura granulare; è ancora duttile e malleabile; si lavora agevolmente ed ha il peso specifico 8,294.

La lega *C* è assai più dura delle altre; ha pure essa colore d'oro; è duttile a caldo; ha tessitura analoga alla precedente ed il suo peso specifico è 7,819.

La lega *D* che ha peso specifico 7,509, è di colore giallo tendente a quello dell'ottone; ha struttura finamente granulare e come l'ottone si lavora benissimo al tornio. Tutte queste leghe si adattano a pulimento e non si ossidano in modo sensibile all'aria se non quando sono portate ripetutamente ad alte temperature.

Infine la lega *E* ha l'aspetto dell'antimonio con dei riflessi rossastri. Ha frattura concoide e si rompe sotto leggeri colpi di martello. Il suo peso specifico è 7,252 e la sua durezza è tale da resistere alla sega ed al bulino. Per questa ragione essa è stata esclusa dalle misure di dilatazione.

La dilatazione termica delle descritte leghe è stata eseguita seguendo il metodo di Fizeau colla modificazione dell'Abbe. Tale metodo si trova ampiamente descritto nella memoria del Pulfrich: *Heber das 'Abbe-Fizeau' sche Dilatometer*, pubblicata nella *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1893, pagina 401.

I risultati esperimentali ai quali è giunto il dottor Fontana pei bronzi di alluminio sono i seguenti:

Lega *A* - Bronzo con 1 °/₀ di allum. $\alpha = 0{,}0000149$
» *B* - » » 5 °/₀ » $\alpha = 0{,}0000142$
» *C* - » » 10 °/₀ » $\alpha = 0{,}0000157$
» *D* - » » 15 °/₀ » $\alpha = 0{,}0000162$

A fianco di questi valori è utile scrivere i coefficienti di dilatazione del rame e dell'alluminio puri, che sono:

Alluminio $\alpha = 0{,}0000231$ (Pulfrich).
Rame $\alpha = 0{,}0000168$ (Matthiessen).

A. B.

(*) Atti Accademia Lincei - Rendiconti. Vol. III, fasc. 4°, 2° semestre 1894.

★

Comunicazione telegrafica senza filo *p.* CH. A. STEVENSON.

In una memoria presentata alla Società Reale di Edimburgo lo Stevenson espone alcuni dati relativi al sistema da lui proposto, due anni or sono, a scopo di stabilire la comunicazione telegrafica fra le navi in mare per mezzo di rocchetti d'induzione. Si progettò di applicare questo sistema al collegamento del faro di Muckle Flugga (il punto più settentrionale delle isole britanniche) con la terra ferma, varcando senza filo il canale interposto di 800 m., in cui è ineseguibile la posa di un cavo qualsiasi.

A tale scopo furono fatti alcuni esperimenti preliminari in laboratorio, e poi un esperimento su vasta scala nei campi di Murrayfield (*) ove si disposero due rocchetti aventi le stesse dimensioni e la stessa posizione rispettiva di quelli che si intendevano usare a Muckle Flugga; questi rocchetti erano circolari, ad asse verticale, del diametro di 180 m. ciascuno, e situati alla distanza di 800 metri circa fra i loro centri; ciascuno di essi si componeva di 9 giri di filo di ferro n. 8. Il rocchetto primario faceva parte di un circuito metallico continuo, isolato, della resistenza di 30 ohm; il secondario, invece, di un circuito con ritorno per la terra, della resistenza di 260 ohm, tutti questi dati essendo scelti con riguardo alle particolari condizioni dell' impianto da eseguire a Muckle Flugga. Si trovò che per mezzo di 5 pile secche si potevano udire agevolmente i messaggi trasmessi con un fonoporo.

Confronti fatti con altri sistemi di disposizione dei rocchetti mostrarono che quello adottato, consistente nell'applicazione di due rocchetti in uno stesso piano orizzontale, era il migliore. Si calcola poi che in un impianto definitivo, con connessioni ben eseguite, la resistenza dei circuiti sarebbe forse la metà, permettendo così un molto miglior funzionamento. È stato conseguentemente deciso di adottare effettivamente questo sistema a Muckle Flugga.

G. G.

(*) Si è già fatto cenno di questi esperimenti nel fascicolo dello scorso maggio, pag. 143.

Le industrie elettriche in Germania.

Nel *'Bericht der Aeltesten der Kauffmannschaft über Handel und Industrie von Berlin im Jahre 1893*, la Casa Siemens & Halske, e la Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft danno un esteso resoconto delle condizioni dell'industria elettrica tedesca nell'anno scorso. I primi asseriscono che, come negli anni precedenti, nell'estensione delle stazioni centrali di luce elettrica ha influito molto il modo

di contrattare attualmente in uso. Per ciò che riguarda la parte tecnica dell'industria, i varii sistemi di correnti continue, alternanti, e polifasiche hanno fatto uguali progressi; recentemente il sistema polifasico è venuto in grande uso là dove l'area da illuminare è molto grande. Si è creduto dapprima che l'uso della luce Auer (a gas incandescente) potesse fare una concorrenza seria alla luce elettrica, ma questo non è avvenuto; anzi la lampada Auer ha avuto un effetto favorevole alle industrie elettriche, abituando il pubblico ad apprezzare i vantaggi di una buona illuminazione.

L'uso delle correnti per trasmissione di energia si è esteso e i suoi vantaggi sono stati dimostrati in varie industrie, specialmente per la suddivisione del lavoro nelle officine. Molte tramvie elettriche sono state impiantate, ma le industrie di questo genere sono ostacolate dalla brevità delle concessioni accordate, e dalle opposizioni che si sollevano contro l'uso delle trasmissioni aeree. Per quanto riguarda i prezzi, sono stati ridotti quelli delle materie prime, ma non così quelli di mano d'opera.

La A. E. G. riferisce che si trova in condizioni soddisfacienti, e che l'elettricità ha fatto progressi non solo per illuminazione, ma anche per forza motrice, specialmente nell'industria mineraria, tessile, e nella fabbricazione degli zuccheri; è ora ovvio che l'elettricità non è più considerata come un lusso. Le piccole industrie ne vanno sempre più approfittando, e a Berlino erano connessi con le stazioni centrali nel 1° gennaio scorso 336 motori di 1086 HP, mentre un anno prima erano 150 motori di 520 HP. La A. E. G. ha portato a termine un numero considerevole di impianti nello scorso anno, e molti altri ne ha intrapresi; il sistema aereo è stato provato economicamente conveniente, ma ha contro di sè l'opinione di due o tre corpi scientifici. Molto uso di elettricità si fa nelle strade ferrate, come mezzo di illuminazione di stazioni, di officine, di treni, e come forza motrice in gru, elevatori, piattaforme girevoli, ecc. L'applicazione delle correnti polifasiche progredisce rapidamente. Il prezzo delle lampade a incandescenza è ribassato a tal punto che molte fabbriche cominciano a vendere a perdita.

G. G.

★

Reattanza.

In ogni circuito a corrente alternata la forza elettromotrice agente è sempre la risultante di due componenti ortogonali, una in fase colla corrente, che è uguale in ogni istante alla resistenza ohmica moltiplicata per la corrente, ed una spostata di fase rispetto alla corrente medesima, che è il prodotto di questa per un termine funzione del coefficiente di autoinduzione, della capacità e del coefficiente di induzione mutua di tutti gli elementi del circuito che si considera e dei circuiti vicini. Per questo termine già da qualche tempo Ch. Proteus Steinmetz e Frederich Bedell hanno proposto, e l'istituto americano degli ingegneri elettrici adotta ufficialmente il nome di Reattanza. L'impedenza è in ogni caso la radice quadrata della somma dei quadrati della resistenza e della reattanza. Così per esempio nel caso dei circuiti con semplice autoinduzione il nome di reattanza spetterebbe al termine $L\omega$, essendo L il coefficiente di autoinduzione e ω il prodotto di 2π pel numero delle alternazioni al secondo; nel caso dei circuiti con semplice capacità il nome di reattanza spetterebbe al termine $-\frac{1}{C\omega}$, essendo C la capacità del circuito; nei circuiti contenenti autoinduzione e capacità il medesimo nome spetterebbe al termine $L\omega - \frac{1}{C\omega}$.

La differenza di fase fra la corrente e la forza elettromotrice ha sempre per tangente il quozicnte della reattanza per la resistenza presa col segno cambiato.

Al coeficiente di autoinduzione L è riserbato il nome di *induttanza*.

Le osservazioni precedenti valgono qualunque sia la forma delle onde elettriche, sia che seguano la legge sinusoidale semplice o altra legge più complicata.

F. L.

Confronto fotometrico fra gli spettri della luce solare, dell'arco voltaico, della lampada a incandescenza e del becco a gas Auer *per* R. Mützel (*).

Gli studi che possono farsi sopra una sorgente luminosa sia sotto l' aspetto scientifico che sotto l'aspetto economico si riferiscono essenzialmente a 3 argomenti diversi, e cioè la distribuzione dell'intensità luminosa nelle singole direzioni, l'intensità delle singole parti dello spettro ottenuto con quella luce, e il prezzo della luce stessa. Questo studio per quel che si riferisce alla prima e alla terza parte era già stato fatto sul becco Auer da Hein (E T Z 1893, volume 14°, pagina 196); Wedding (E T Z vol. 14°, pag. 313); Stephani (*Jurnal für Gasbelenehtung und Wasserversorgung*. Annata 37°, pag. 4). Per quanto poi si riferisce allo spettro del becco Auer il Mützel ha attualmente fatto una serie di esperienze per stabilire l'intensità dei singoli raggi che compongono la sua luce in confronto con quella della lampada ad incandescenza, della lampada ad arco e del

(*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, n. 35, 1894.

sole. I risultati cui esso è pervenuto sono contenuti nelle seguenti tabelle, in cui la prima finca contiene il nome della linea di Fraunhofer, che definisce la parte dello spettro cui si riferisce la misura, la seconda contiene il colore, la terza il rapporto fra le intensità delle radiazioni corrispondenti delle due luci, cui ciascuna tabella si riferisce. Le luci stesse erano regolate in guisa che per tutte avesse la stessa intensità la radiazione gialla comprendente la linea *D* di Fraunhofer.

LAMPADA AD INCANDESCENZA E BECCO AUER			LAMPADA AD ARCO E BECCO AUER			LUCE DEL SOLE E BECCO AUER		
Linea di Fraunhofer	Colore	Rapporto delle intensità	Linea di Fraunhofer	Colore	Rapporto intensità	Linea di Fraunhofer	Colore	Rapporto delle intensità
	Prima del rosso .	4.04		Prima del rosso .	0.57		Prima del rosso .	0.34
A	Rosso.	2.59	A	Rosso	0.73	A	Rosso.	0.53
B	Id.	1.67	B	Id.	0.80	B	Id.	0.62
C	Arancio.	1.15	C	Arancio.	0.90	C	Arancio.	0.92
D	Giallo	1. »	D	Giallo	1. »	D	Giallo	1. »
	Giallo-verde. . .	0.83		Giallo-verde . . .	1.23		Giallo-verde . . .	1.72
E	Verde.	0.81	E	Verde.	1.66	E	Verde.	2.13
b.	Id.	0.79	b	Id.	2.02	b	Id.	2.60
	Celeste	0.91		Celeste	2.48		Celeste	4.35
F	Turchino	1. »	F	Turchino	3.32	F	Turchino	5.91
	Turchino-scuro .	1.20		Turchino-scuro .	6.67		Turchino-scuro .	8.75
G	Id. .	1.36	G	Id. .	10.52	G	Id. .	12.63
g.	Violetto.	1.51	g	Violetto.	18.32	g	Violetto.	18.77
	Ultravioletto. . .	1.74		Ultravioletto. . .	28.78		Ultravioletto. . .	25.54

F. L.

✶

Ricerche bolometriche per una unità di luce

per O. Lummer *e* F. Kurlbraum (*).

È noto come l'unità di luce Violle sia la luce emessa nella direzione perpendicolare al suo piano da un centimetro quadrato di superficie di platino alla temperatura di fusione. Essa possiede senza dubbio molti caratteri fra quelli che sono necessari per rendere un'unità di misura degna di essere accettata universalmente, ma finora era poco conosciuta e adoperata, perchè di uso difficile e complicato.

Gli A. hanno eseguito una lunga serie di ricerche per stabilire fino a qual punto essa soddisfi alle esigenze della tecnica e della scienza, ed hanno istituito un metodo ingegnoso per fissare in modo ben determinato la temperatura a cui deve esser portato il platino.

Essi adottano una lamina di platino resa incandescente da una corrente elettrica mantenuta rigorosamente costante. Questa lamina invia le sue radiazioni al fotometro attraverso un diaframma avente un'apertura di dimensioni esattamente conosciute. La misura delle radiazioni è fatta con un bolometro, il quale in una prima esperienza riceve la totalità della radiazione emessa dalla lamina, e una seconda volta quella parte che passa attraverso uno strato di due centimetri di acqua chiuso fra due lastre di quarzo a facce parallele dello spessore di un millimetro. La corrente che passa attraverso la lamina si fa variare finchè il rapporto fra le due radiazioni ottenute nelle due esperienze anzidette è quello di 10 : 1, poichè è dimostrato che ad ogni valore del rapporto corrisponde un valore unico e determinato della temperatura del platino. Una campana a parete doppia con circolazione d'acqua protegge l'apparecchio affinchè non si formino attorno alla lamina correnti d'aria irregolari, che ne turbino l'incandescenza.

Gli autori hanno studiato accuratamente tutte le influenze che sulla quantita di luce emessa possono derivare dal grado di purezza del platino, dal vario stato della sua superficie ecc., come pure si sono occupati del grado di attendibilità della misura al bolometro e di tutte le precauzioni, che sono necessarie affinchè si possa ottenere la massima approssimazione. Dalla lunga serie delle loro

(*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, n. 35, 1894.

osservazioni essi traggono la conclusione che coi loro apparecchi si può ottenere l'unità di luce con un errore sempre minore di un centesimo, e quest'errore è veramente inferiore a tutte le esigenze della tecnica in misure di tal genere.

Certamente l'apparecchio di Lummer e Kurlbraum è alquanto complicato e non può adottarsi nelle misure correnti: esso può certamente rendere grandi servigi per il paragone di altre lampade normali di costruzione di uso più semplici da usarsi poi nelle misure di minore importanza.

F. L.

CRONACA E VARIETÀ.

La luce elettrica a Toscanella — Il giorno 8 dello scorso agosto è stato inaugurato con pieno successo l'impianto per l'illuminazione elettrica di Toscanella, piccola città del Viterbese.

La corrente generata a 1000 volt da un alternatore del nuovo tipo Oerlikon, è trasportata al centro d'illuminazione per mezzo di una linea lunga m. 1400 circa.

Un unico trasformatore posto alla stazione ricevitrice, riduce la tensione a quella necessaria pel funzionamento delle lampade a incandescenza. È notevole la particolare disposizione delle spirali primarie e secondarie che permette di adottare la distribuzione a 3 fili con tutto il risparmio di rame che da questo sistema ne deriva. I conduttori primari che arrivano al trasformatore sono due, i secondari che partono dal trasformatore sono tre ed il filo di mezzo fa l'ufficio di compensatore.

Le variazioni di potenziale che si hanno rispettivamente ai morsetti delle due bobine secondarie e che possono derivare dal fatto che una sia più o meno carica dell'altra, sono praticamente trascurabili, avendosi avuta la cura di ripartire tante lampade pubbliche e tanti circuiti privati in un numero approssimativamente uguale per ciascuna bobina.

Con questa disposizione si è realizzata una economia sensibile per il doppio fatto d'aver lienee secondarie relativamente sottili e un trasformatore soltanto.

La forza motrice che aziona la dinamo si ritrae da una derivazione del fiume Marta, l'emissario del lago di Bolsena. Una turbina ad asse verticale della casa *A. Calzoni di Bologna* mette in movimento l'alternatore Oerlikon di 33 K. W. per mezzo di cinghia.

Nella stazione generatrice oltre ai trasformatori, con cui si fanno funzionare le lampade necessarie alla sua illuminazione e gli apparecchi di controllo, si ha anche un trasformatore compensatore per mezzo del quale (dopo un'accurata taratura), il voltmetro viene a segnare ad ogni istante la tensione effettiva del centro della città, qualunque sia il numero di ampere primari che si hanno sulla linea. Mediante una semplice manovra sul distributore della turbina riesce così facile mantenere costante il potenziale secondario di 110 volt al centro della città per quanto varii il numero delle lampade accese.

L'impianto è stato eseguito dall'ingegnere R. Lenner.

L'illuminazione pubblica stradale è fatta con 120 lampade ad incandescenza; l'impresa Angelo Frigo si ripromette di poter smerciare in poco tempo circa 300 lampade private, per le quali tiene già le domande.

L'illuminazione elettrica di Brescia. — Già da parecchi giorni è attuata in via di esperimento l'illuminazione elettrica di Brescia e quanto prima ne sarà fatta l'inaugurazione ufficiale. Dell'impianto abbiamo già dato un cenno a pag. 103 dell'*Elettricista* dello scorso anno; nel prossimo numero ne daremo particolareggiata descrizione.

La luce elettrica a Verona. — In seguito a sentenza della Corte di Cassazione nella causa intentata dalla Società Lionese del Gas, concessionaria della illuminazione di Verona, contro il Municipio che aveva permesso ad una Società Cooperativa di impiantare alcuni anni or sono la illuminazione elettrica in quella città, la officina elettrica è stata definitivamente chiusa il 4 agosto u. s.

Non facciamo commenti a questa sentenza che richiama il municipio di Verona alla stretta osservanza di un contratto che fu stipulato con la Società Lionese tanti anni fa quando ancora non si conosceva la luce elettrica, e che non potrà rompersi che fra *mezzo secolo (!)*; soltanto ci auguriamo che una composizione amichevole liberi ben presto quella illustre città dalle tenebre in cui viene ora a ricacciarla la inscipienza dei suoi antichi reggitori.

Tramvie elettriche a Palermo. — L'ing. comm. G. Ferrando ha presentato al sindaco di Palermo la domanda di concessione per l'impianto di una completa rete di tramvie a trazione elettrica in quella città, assumendone per proprio conto l'esercizio senza alcun onere per il Comune.

Tramvia elettrica Varese-Santa Maria. — La Compagnia Thomson-Houston ha firmato il contratto per la costruzione di una tramvia elettrica che congiungerà la stazione ferroviaria di Varese con Santa Maria Montana passando per il villaggio di S. Ambrogio. La linea sarà a semplice binario a scartamento ridotto; il materiale mobile consterà di quattro carri-motori aventi ciascuno due motori da 25 cavalli, e capaci di 50 passeggieri, e di altre quattro vetture ordinarie.

Ferrovia del Sempione. — Il progetto del traforo del Sempione ha fatto un altro passo avanti.

La Commissione incaricata dai Governi svizzero e italiano di esaminare le condizioni del progetto e composta di Sir Douglas Fox, del professore Colombo e dell'ing. Wagner, ha concluso i suoi lavori. Nel suo rapporto, il cui contenuto è a pubblica cognizione, si occupa specialmente del problema della ventilazione, e raccomanda l'uso dell'elettricità come forza motrice, il che eviterebbe le difficoltà inerenti alla soluzione di detto problema.

Il telautografo in Inghilterra. — Il telautografo di Eliska Gray fu sperimentato giorni sono sui fili telefonici della linea internazionale Londra-Parigi, fra l'ufficio centrale telegrafico di Londra e il casotto d'approdo del cavo telefonico sottomarino, su una linea cioè di oltre 130 chilometri. Il successo è stato completo.

Il telegrafo e il telefono in Inghilterra. — Allo scopo di completare la rete telegrafica estendendola ai piccoli centri di campagna, l'Amministrazione Inglese ha deciso di munire questi uffici di un apparecchio telefonico, che non richiede come quello telegrafico una previa istruzione nè attitudini speciali in chi deve servirsene. È quanto del resto è già stato fatto da oltre 10 anni in Germania, dove per tal modo la rete telegrafica ha potuto avere una estensione grandissima.

Il telefono fra Vienna e Berlino. — Per il prossimo novembre, sarà attivata la nuova linea telefonica fra Vienna e Berlino per Bodembach. Da questa città la linea potrà essere legata alle reti prussiane ed a quelle della Sassonia.

Concorso per vetture automobili. — Alla fine del luglio scorso hanno avuto luogo le prove per il concorso indetto dal *Petit Journal* di Parigi, di cui abbiamo dato un cenno a pag. 119 del fascicolo d'aprile. Al concorso hanno preso parte 46 vetture automobili, ma di queste una sola era a sistema elettrico, ed ha fatto cattiva prova.

La vettura elettrica del Conte Carli di Castelnuovo di Garfagnana, di cui abbiamo riprodotta la fotografia con una breve descrizione a pag. 255 dell'*Elettricista*, Vol. I, 1892, era stata venduta per L. 1400 ad un signore francese, che voleva portarla al concorso di Parigi; ma la dogana francese l'ha gravata d'una tassa d'entrata di lire 916.85 (!!), e malgrado i reclami del proprietario l'ha tenuta in deposito per otto giorni, impedendo così che potesse essere presentata in tempo utile al concorso.

Il primo premio di L. 5000 fu diviso fra due vetture a petrolio di costruzione francese e di tipo quasi identico. Un motore Daimler a due cilindri, posto sotto alla vettura, muove una puleggia alla velocità costante di 700 giri al minuto; il movimento viene trasmesso all'asse posteriore della vettura per mezzo di un sistema di ruote a frizione così disposto che il conduttore muovendo un pedale può ottenere con tutta facilità le tre velocità normali di 6, 12 e 18 chilometri all'ora. Un doppio freno agisce sulle ruote e disimpegna automaticamente la puleggia motrice, la quale continua a girare anche quando la vettura si è fermata. Il raffreddamento dei cilindri del motore si ottiene con circolazione d'acqua contenuta in un serbatoio della capacità di 40 litri; per il riscaldamento e l'evaporazione, l'acqua deve essere ricambiata in ragione di 7 a 10 litri l'ora. La *gasolina* adoperata nei motori Daimler ha la densità di 0,7 ed è contenuta in un serbatoio sufficiente per un viaggio di 80 chilometri; ma con un serbatoio addizionale il viaggio può essere di oltre 300 chilometri. Il consumo medio di gasolina è di 1 litro per 10 chilometri.

Il peso della vettura pronta per partire è di 700 chilogrammi circa per quelle a due posti, e di 800 chilogrammi per quelle a quattro posti.

Le unità elettriche. — S. M. la Regina di Inghilterra ha sanzionato ufficialmente con un decreto l'uso delle unità elettriche correnti; sono quelle stesse adottate nel Congresso elettrico internazione di Chicago ed indicate come unità internazionali. (V. *L'Elettricista*, ottobre 1893, pag. 244).

L'ohm è definito come la resistenza di una colonna di mercurio, a 0°, del peso di 14.4521 gr., di sezione costante, e lunga 106. 3 cm.

L'ampere è la corrente costante che attraversando, in certe determinate condizioni un voltametro ad $Ag\,NO_3$, depone 0.001118 gr. di argento al secondo.

Il volt è rappresentato da $\frac{1}{1.434}$ della f. e. m. di una pila Clark, alla temperatura di 15°, costrutta secondo certe norme.

È decretato di deporre negli archivi di Stato un campione delle tre unità, cioè un ohm normale, una bilancia elettrodinamica normale, e un elettrometro normale, tarati d'accordo alle suddette indicazioni.

Seguono le norme da tenere nella misura delle correnti col voltametro, e nella costruzione delle pile Clark.

L'uranio, preparato al forno elettrico, ha la proprietà di produrre una fiamma allorchè è battuto con un pezzo di silice. Si studia di utilizzare tale proprietà, per la costruzione di un opportuno accenditore.

Pila minuscola. — La *Nassau Electric Co* di New York, ha realizzato il principio « Multum in parvo » con la sua pila *capo-farad*, le cui dimensioni sono relativamente ridotte ai minimi termini. Questa pila, ermeticamente chiusa in un astuccio del diametro di 17 mm. e lungo 65 mm., non arriva a pesare 30 gr., e può fornire una corrente di 2 amp. Non si conosce però questi 2 ampere per quanto tempo durano!

Un regolatore automatico per la carica delle batterie di accumulatori è stato messo in commercio dalla *Electric Bell and Resistance Co* di Newark; lo scopo di questo apparecchio, di tipo nuovo, è di chiudere il circuito quando il voltaggio arriva a un valore determinato, che si può fissare arbitrariamente di volta in volta, e di aprirlo invece prima che la corrente discenda a zero. Si dice sia specialmente raccomandabile nei casi in cui occorrono variazioni brusche nella corrente di carica.

La curva delle correnti alternanti. — È stato proposto da C. J. Rolleson un metodo fonografico per registrare la curva delle correnti alternanti. Questo metodo, che consiste nel far incidere la curva sul cilindro di un fonografo, e poi ingrandirla, fino a renderla visibile, sembra adatto specialmente per lo studio delle armoniche superiori.

Le proprietà magnetiche dell'iridio sono state investigate dal prof. S. H. Bracket, il quale, secondo l'*El. World,* avrebbe trovato una grande forza coercitiva, permeabilità praticamente nulla e intensità di magnetizzazione 12 volte superiore a quella dell'acciaio. Questi fatti contradditorii si spiegherebbero se l'egregio sperimentatore volesse far sapere che cosa intende sotto il nome di permeabilità.

Un infortunio occorso tempo fa ai cantieri di Norfolk, e prodotto da forti scariche elettriche durante un temporale, è stato spiegato attribuendolo al non essere una nave fuori d'acqua in comunicazione elettrica col mare. Si raccomanda conseguentemente di non trascurare mai questa precauzione nei cantieri navali, per non esporsi a gravi pericoli da parte dell'elettricità atmosferica.

Elettrochimica in Austria. — Una società si è formata a Vienna sotto il nome di *Consortium für Elektrochemische Industrie.* Si propone di esercitare le patenti Kellner per la produzione elettrica della soda caustica; la forza motrice sarà derivata dal Salzach.

Elettricità in Giappone. — Due nuove stazioni elettriche si erigono in Giappone, una ad Okayama, e l'altra a Maebeshi, la prima mossa a vapore, la seconda idraulicamente.

Esposizione di motori. — All'Esposizione degli utensili mossi elettricamente, in Budapest, sono riuniti 42 motori a corrente continua, e 32 a corrente alternante, che mettono in moto seghe, macchine tipografiche, macchine da cucire, trapani, torni, ventilatori, ecc.

Carro funebre a trazione elettrica. — La Società delle tramvie elettriche di San Francisco ha messo ultimamente in servizio sulla propria rete una vettura appositamente costruita che serve per il trasporto dei morti in luogo dei soliti carri funebri a cavalli.

Questa vettura costituisce un salone di 10 metri di lunghezza, diviso in due compartimenti; in uno, tutto addobbato con ricche tende funebri, viene deposta la bara; nell'altro prendono posto le persone che accompagnano il defunto.

Per quanto a prima vista sembri bizzarra l'idea, questo nuovo sistema di trasporto funebre risponde effettivamente alle esigenze di una grande città, e, tutto considerato, non ha niente di urtante per la pietà verso i defunti.

Temperatura minima di visibilità. — In una memoria letta alla Società di fisica di Londra, P. L. Gray dice che la temperatura minima richiesta per rendere visibile la superficie di un corpo solido è di circa 470° c., ma che questo limite può essere ridotto considerevolmente se la persona rimane anche per pochi minuti in una camera buia; di notte una superficie è visibile a 410° e se gli occhi sono bene riposati in un' oscurità completa, il limite è ridotto a 370°.

La temperatura minima di visibilità varia da un osservatore all'altro, ma in condizioni analoghe d'esperimento è probabile che le differenze non siano molto grandi.

La locomotiva elettrica Heilmann. — Leggiamo nell'*Électricien* che la compagnia francese delle ferrovie dell'Ovest, in seguito ai risultati ottenuti con la locomotiva elettrica Heilmann, ha ordinato due nuove locomotive. Alcune aggiunte

e modificazioni, suggerite dagli esperimenti fatti, verranno introdotte in queste nuove locomotive in modo da addivenire ad un tipo definitivo. Le macchine a vapore prescelte sono due veloci Willans da 1500 cavalli ciascuno. Le due nuove locomotive verranno esperimentate nel maggio 1895.

Nuova dinamo multipolare. — La *Riker Electric Motor Co.* di Brooklin ha posto in commercio un nuovo tipo di dinamo generatrice, le cui particolarità segnano un progresso rispetto agli altri tipi similari di data anteriore.

Questa dinamo è destinata all'alimentazione di circuiti per incandescenza, alla pressione normale di 125 volt, che è mantenuta costante per mezzo di un avvolgimento compound, calcolato in modo da tener conto di una diminuzione di velocità del 2°/₀ nella motrice nel passare dalla marcia a vuoto a quella a piena carica. L'armatura è ad anello, composta di piastre montate direttamente nell'albero motore, e tenute insieme per la pressione di due flange di ghisa; in tal modo essendo evitata la necessità di bulloni attraverso l'armatura, è utilizzata tutta la sezione di questa, e nel tempo stesso sono risparmiate molte difficoltà di isolamento. I conduttori sono collocati entro perforazioni longitudinali praticate presso la periferia del nucleo, e isolati esclusivamente per mezzo di sostanze incombustibili come mica o micanite; in tal modo è garantita la massima sicurezza contro qualsiasi accidente. Gli induttori sono a 4 poli sporgenti internamente da un anello esterno massiccio di acciaio fuso. Tanto le resistenze elettriche come le resistenze magnetiche delle varie parti sono ridotte al minimo, in modo da ottenere il rendimento più elevato possibile.

Abbiamo creduto utile notare le principali particolarità di questo nuovo tipo di macchine, la cui comparsa segna un passo più in là nella tecnica costruttiva delle dinamo.

Un curioso fenomeno ha recentemente impressionato gli abitanti di Gossau, paese poco distante da S. Gall (Svizzera). Il paese è illuminato a luce elettrica per mezzo di correnti ad alta tensione fornite da una stazione generatrice lontana 20 km., e trasformate all'ingresso del paese nel quale i conduttori sono aerei come in tutto il circuito

Durante un temporale con forti scariche elettriche, durato diverse ore, le lampade si estinsero ad un tratto, mentre una vivida scintilla correva fra i conduttori illuminando tutta la città. Il fenomeno era particolarmente brillante sui cordoni conducenti la corrente ad alta tensione sui quali la scintilla continuò per più di un'ora, cioe fino a quando il circuito fu interrotto alla stazione generatrice.

Nuovi paralumi artistici. — A Londra sono stati messi in commercio dei nuovi paralumi per lampade ad incandescenza formati con penne naturali a diverse tinte, arricciate e disposte intorno al bulbo in svariate forme artistiche L'effetto che si ottiene con queste penne è dei più graziosi, ed è affatto diverso da quello che si ha con paralumi di seta e di merletto.

Cessazione di pubblicazioni. — I due noti periodici francesi *La Lumière Électrique* e *L'Électricité* cessano le loro pubblicazioni.

Amenità giornalistiche. — Mesi sono l'*Electrical Engineer* di Londra si prendeva giuoco di un nostro confratello di Milano per un'incisione, che di solito lo adorna, dalla quale apparirebbe che i pompieri arrivano ad una casa colpita dal fulmine prima che il lampo sia totalmente scomparso. Un giornale americano, l'*Electrical Age*, ha riprodotto seriamente la notizia nel seguente modo: « Il migliore servizio per incendi: si racconta che una compagnia di pompieri italiani sia così pronta a rispondere alle chiamate per incendio, che una volta in cui una casa era stata colpita dal fulmine, i pompieri arrivarono sul posto prima che il lampo fosse scomparso ».

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

LOMBARDI ing. LUIGI: *L'Elettrotecnica alla Esposizione Universale di Chicago.* — Roma, Tipografia del Genio civile, 1894.

Dott. ADOLFO CAMPETTI: *Sulla determinazione delle costanti dielettriche col mezzo delle oscillazioni rapide.* — R. Accademia dei Lincei, Roma, 1894.

BOULVIN ing. ROCH: *Traité élémentaire d'électricité pratique.* — Deuxième édition, revue et augmentée. Bruxelles, A. Manceaux, éditeur, 1894.

WILKE ing. ARTURO: *L'Elettricità: sua produzione e sue applicazioni nelle scienze, nelle arti e nelle industrie.* — Prima traduzione italiana riveduta ed ampliata dal *prof. Stefano Pagliani col concorso di distinti tecnici italiani.*

Abbiamo ricevuto le prime quattro dispense di questa opera colossale, di cui la *Union Editrice Torinese* ha incominciato la pubblicazione.

L'opera consterà di 6 volumi in 4° piccolo da 200 a 300 pagine e sarà illustrata da circa 1000 figure nel testo; esce a dispense di 40 pagine ciascuna, al prezzo di cent. 60 la dispensa.

Dott. A. BANTI, *Direttore responsabile.*

L'Elettricista, Serie I, Vol. III, Fascicolo 11°, 1° Ottobre 1894. Roma, 1894 — Tip. Elzeviriana.

// L' ELETTRICISTA
RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

L'associazione è obbligatoria per un anno ed ha principio sempre col 1° gennaio. — L'abbonamento s'intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto dall'abbonato entro ottobre.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All' ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.

Anno III. — 1° Novembre 1894 — Num. 12.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

Dott. ANGELO BANTI — Dott. ITALO BRUNELLI

Prezzi d'Abbonamento annuo:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

Direzione ed Amministrazione: *Via Panisperna, 193*

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

1894

Un fascicolo separato L. 1.

Digitized by Google

UN METODO

PER ANNULLARE GLI EFFETTI DELL'INDUTTANZA

NEI CIRCUITI PERCORSI DA CORRENTI ALTERNATIVE

Abbiasi un circuito in cui esiste un'induttanza L ed agisce una forza elettromotrice alternativa di frequenza uguale ad n. È sempre possibile, inserendo nel circuito stesso una conveniente capacità elettrostatica c, eliminare gli effetti di L: basta per ciò che il valore di c, espresso in microfarad, sia tale da soddisfare alla relazione

$$4 \pi^2 n^2 L c = 10^6 ,$$

ove L è espresso in henry e π è il rapporto della circonferenza al diametro.

Come vedesi, per calcolare c è necessario conoscere L, e una volta calcolato c, occorre, per rappresentarne praticamente il valore, avere a disposizione una serie di condensatori graduati.

È facile immaginare un procedimento, il quale permetta di trovare sperimentalmente la capacità elettrostatica, gli effetti della quale distruggono quelli di una data induttanza, pur non essendo necessario conoscere il valore di quest'ultima, e semplicemente ricorrendo a condensatori, che non hanno bisogno di essere graduati.

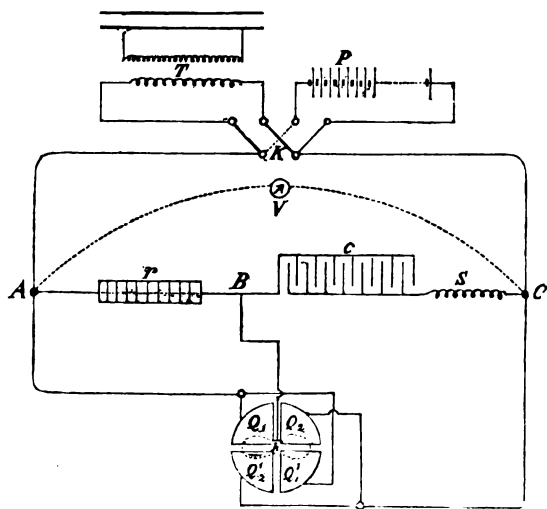
Si dispongono infatti in serie, nel medesimo circuito, un reostata r privo di autoinduzione, come per la pratica si può in generale ritenere che sia un'ordinaria cassa di resistenza, e la spirale s, di cui si vogliono annullare, in corrispondenza della frequenza della forza elettromotrice alternativa con cui si sperimenta, gli effetti dovuti alla sua induttanza L. Ciò posto, si incominci a fare agire nel circuito una forza elettromotrice di valore costante, approssimativamente uguale al valore efficace della forza elettromotrice alternativa, e si faccia variare per tentativi il valore della resistenza r, finchè le due differenze di potenziali, esistenti rispettivamente alle estremità di r e di s, risultano uguali. Ciò si potrà facilmente riconoscere per mezzo di un elettrometro a quadranti adoperato come differenziale (1), e si otterrà allorquando la resistenza r è uguale alla resistenza ohmica r' presentata dalla spirale s.

(1) Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, 2° semestre 1894, fascicolo 5°, pag. 152: *Sull'impiego dell'elettrometro a quadranti come strumento differenziale.*

Si faccia in seguito agire nel circuito la forza elettromotrice alternativa. Allora, in causa della resistenza induttiva di s, quelle due differenze di potenziali non risulteranno più uguali e l'ago dell'elettrometro, che prima segnava zero, devierà di un certo angolo; ma sarà sempre possibile, per mezzo di una conveniente capacità elettrostatica, eliminare gli effetti di L, in guisa da far ritornare nella sua posizione di equilibrio l'equipaggio mobile dell'apparecchio.

La capacità elettrostatica, che si troverà allora inserita in circuito, sarà quella che, corrispondentemente alla frequenza della corrente alternativa esistente, annulla gli effetti dell'induttanza della spirale su cui si sperimenta.

Come esempio di applicazione del metodo suesposto darò i risultati di alcune esperienze, nelle quali la spirale s era rappresentata dal moltiplicatore del galvanometro ad aghi astatici di Thomson della casa Carpentier di Parigi.

La forza elettromotrice alternativa, di frequenza uguale a 42, era generata nella spirale secondaria di un trasformatore Ganz T, la spirale primaria del quale era alimentata dalla corrente alternativa fornita da un alternatore Thury della Società Piemontese di elettricità, e la forza elettromotrice costante era prodotta per mezzo di una batteria P di 100 elementi Leclanché. In V è rappresentato un voltmetro di Cardew, in K un commutatore, in r una cassa di resistenza della casa Carpentier, in c un condensatore, in s la spirale su cui si sperimenta, che è nel nostro caso il moltiplicatore del galvanometro suddetto, in Q_1, Q'_1 e Q_2, Q'_2 le due coppie di quadranti opposti di un elettrometro di Mascart ed in h l'ago dell'elettrometro stesso. L'apparecchio era usato come differenziale e la lettura sul medesimo era fatta con specchio e scala.

In tali condizioni, allorchè agiva nel circuito la forza elettromotrice costante, l'ago dell'elettrometro rimaneva nella sua posizione di equilibrio in corrispondenza di un valore di r uguale a 17.320 ohm; ma se, non più variando tale resistenza, si faceva invece agire nel circuito, per mezzo del commutatore K, la forza elettromotrice alternativa, l'equipaggio mobile dell'apparecchio deviava di un angolo notevole e non ritornava prossimo allo zero (1) se non dopo che si era introdotta in circuito una capacità elettrostatica di 0,433 microfarad (2).

In seguito mi sono proposto di misurare, col metodo dell'elettrometro differenziale (3), l'induttanza L dello stesso moltiplicatore dianzi sperimentato, onde calcolare il valore della capacità elettrostatica c, che, in un circuito percorso da una corrente di frequenza uguale a 42, elimina gli effetti di L. E poichè, in tali esperienze, l'ago

(1) Non avendo a disposizione condensatori di capacità elettrostatica inferiore ad $^1|_{10}$ microfarad, non mi fu possibile ridurre esattamente a zero l'ago dell'elettrometro.

(2) La capacità elettrostatica di 0,433 microfarad si è ottenuta inserendo in circuito un gruppo di due condensatori rispettivamente di $^1|_3$ e di $^1|_{10}$ microfarad, in parallelo l'uno rispetto all'altro.

(3) Nota sovracitata.

dell'elettrometro rimaneva a zero allorquando la resistenza r era uguale a 19.230 ohm, dalla formola

$$L = \frac{1}{2\pi n} \sqrt{r^2 - r'^2},$$

si deduce, ricordando che la resistenza ohmica r' del moltiplicatore è uguale a 17.320 ohm:

$$L = 32 \text{ henry}.$$

Per cui, sostituendo nella

$$c = \frac{10^6}{4\pi^2 n^2 L},$$

si ricava:

$$c = 0{,}45 \text{ microfarad}.$$

Questo valore di c è prossimo assai a quello ottenuto sperimentalmente e lo sarebbe anche di più se, come ho notato più sopra, avessi avuto a disposizione, nei miei esperimenti, condensatori di capacità elettrostatica tale da ridurre esattamente a zero la deviazione dell'ago dell'elettrometro.

Torino, dal Laboratorio di elettrotecnica
del R. Museo industriale, ottobre 1894.

Ing. Riccardo Arnò.

SUI VARI SISTEMI PER UTILIZZARE I FILI TELEFONICI

Non vogliamo parlare dei diversi modi più o meno ingegnosi, che sono stati proposti e in parte attuati con buon risultato, di aumentare il rendimento di un circuito telefonico con l'inserire vari apparati sullo stesso filo, sia in serie l'uno dopo l'altro, sia in derivazione su di esso; intendiamo solo dare un cenno di un sistema di *telefonia duplice*, che ha formato il soggetto di una lettura fatta in Montreal l'11 settembre scorso da T. R. Rosebrugh all'Associazione Elettrica Canadese.

Il Rosebrugh dice che nel trattare tale questione intende solo di riferirsi ai principî sui quali il metodo si fonda, senza toccare alla priorità dell'invenzione, ed aggiunge che il nome stesso di *telefonia duplice* non è strettamente esatto, benchè s'avvicini molto a precisare l'essenza del metodo. Non si tratta infatti di una vera telefonia duplice nel senso stretto che noi attribuiamo alla telegrafia duplice; si tratta di utilizzare parte di un circuito telefonico per una nuova corrispondenza telefonica.

La disposizione adottata è molto ingegnosa e merita di essere conosciuta tanto più che pare sia stata sperimentata con buoni risultati in Toronto; siccome però essa ha molta analogia con le disposizioni dei sistemi di telegrafia e di telefonia simultanee del Van Rysselberghe e del Picard, così crediamo conveniente di premettere un breve cenno di questi due sistemi. Non intendiamo punto pronunciarci sopra alcuna quistione di priorità, vogliamo solo far vedere come sia facile di passare dal sistema del Van Rysselberghe a quello del Picard, e da entrambi questi a quello del Rosebrugh, benchè i tre sistemi siano sostanzialmente diversi.

Sono oramai dieci anni che il sistema Van Rysselberghe venne applicato sulla rete telegrafica belga, e vi funziona tuttora per le comunicazioni telefoniche fra le diverse città interne non solo, ma fra Brusselles e Parigi e fra Anversa e Parigi, sugli stessi fili che servono simultaneamente per la corrispondenza telegrafica.

Il principio fondamentale da cui è partito il Van Rysselberghe è stato quello di rendere insensibile il telefono alle correnti telegrafiche, mediante l'introduzione di un *sistema anti-induttore* applicato fra la linea e la pila. La fig. 1 rappresenta il sistema anti-induttore adottato per una linea servita con l'apparato Morse, e può benissimo dare un'idea generale del come sono disposte le cose anche per altri apparati telegrafici. Come si vede, si tratta di due rocchetti di 500 ohm di resistenza, con grosso nucleo di ferro che ne aumenta l'auto-induzione, e di un condensatore di 2 microfarad, i quali ad ogni emissione di corrente si caricano e scaricano in parte sulla linea in parte a terra, ed hanno per risultato di ritardare la formazione e la cessazione del segnale, smussando per così dire le angolosità di carica e scarica della linea. Così per la lettera *A*, per l'emissione cioè di un punto e un tratto nell'alfabeto Morse ▬ ▬▬, si può supporre che prima e dopo dell'introduzione di tale sistema, l'andamento della corrente sulla linea sia rappresentato grossolanamente dai due diagrammi della figura 2. Con tale artificio un telefono posto su una linea parallela e vicina, od anche intercalato sulla stessa linea telegrafica, resta perfettamente muto; l'andamento particolare della corrente inflette dolcemente la membrana del telefono, senza produrre alcun suono.

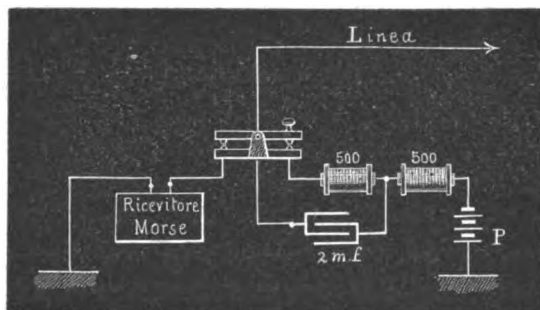



Fig. 1.

Fig. 2.

Sia ora *AB*, fig. 3, una linea che unisce due uffici telegrafici, muniti di due apparecchi anti-induttori. Se in due punti qualunque *m n*, col mezzo di due condensatori *CC'*, formiamo due derivazioni a terra, inserendo in ciascuna un telefono, si trova che *T* e *T'* possono benissimo conversare tra loro senza disturbare il servizio telegrafico fra *A* e *B*, e senza esserne menomamente disturbati.

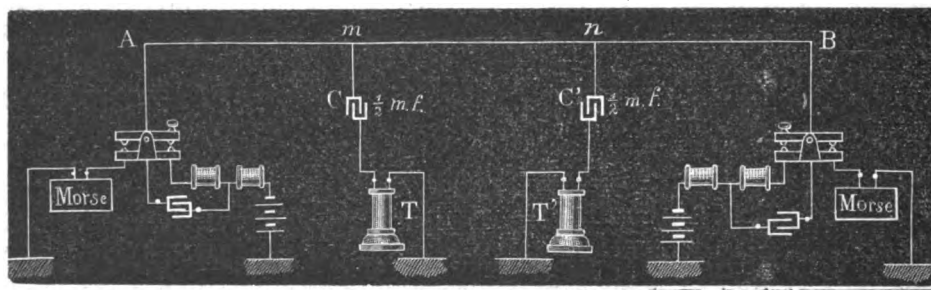



Fig. 3

Tutti i fili telegrafici posti su una stessa palificazione devono essere muniti di apparecchi anti-induttori, ed allora, come si è visto, è possibile la corrispondenza telefonica su uno di essi; ma non è evitata l'induzione telefonica, e la corrispondenza su un filo è perfettamente intesa dai telefoni che fossero intercalati su un altro filo. È necessario dunque ricorrere al filo di ritorno e mettere il telefono in derivazione fra due fili telegrafici. La fig. 4 dà il diagramma delle comunicazioni: L_1 e L_2 sono due linee su cui lavorano due apparati telegrafici qualunque; fra L_1 e L_2 per mezzo di due condensatori è intercalato un apparecchio speciale, detto *traslatore telefonico*, rappresentato a parte nella fig. 5, il quale è composto di due grosse bobine *a* e *b* aventi un estremo comune a terra in *T*, e di una terza bobina *c* interna alle altre, la quale da una parte l_1 è rilegata al telefono e dall'altra *T'* va alla terra. L'andamento delle correnti telefoniche è rappresentato dalle freccie, fig 4. Con tale artificio è stata superata la difficoltà di allacciare il circuito d'un abbonato a filo unico col circuito a doppio filo.

Fig. 4.

Come si vede, il sistema Van Rysselberghe non è molto semplice, e, richiedendo che tutti i fili telegrafici siano muniti di apparecchi anti-induttori, riesce piuttosto costoso; inoltre gli si fa l'appunto che l'aumento di resistenza e di auto-induzione della linea ostacola la rapidità delle trasmissioni telegrafiche, almeno per gli apparati celeri: per tutte queste ragioni riteniamo sia difficile che il sistema abbia altre applicazioni su vasta scala oltre a quelle accennate. Abbiamo voluto descrivere il *traslatore telefonico* specialmente perchè con esso è facile rendersi conto del modo molto più semplice con cui il Picard ha risolto lo stesso problema della telefonia e telegrafia simultanee. Notiamo intanto che nel sistema Van Rysselberghe, dati due fili, si possono formare con essi due comunicazioni telegrafiche ed una comunicazione telefonica.

Fig. 5.

Pierre Picard ha presentato il suo sistema all'esposizione di Palermo nel 1891, ed è riuscito a farlo adottare in via di esperimento sulla linea telefonica fra Parigi e Lione, e in altre linee minori della Francia.

Riprendiamo la fig. 5, e supponiamo che, soppressi i due condensatori, le bobine *a* e *b* siano direttamente congiunte a due fili di linea L_1 e L_2: in *T* applichiamo un trasmettitore telegrafico qualunque. La corrente, emessa da questo trasmettitore, in *T* si biforcherà e percorrendo i fili delle bobine *a* e *b* in senso inverso si propagherà attraverso i fili L_1 e L_2, che saranno così disposti in arco doppio, e raggiungerà un apparecchio indentico nella stazione corrispondente. Notiamo subito che l'effetto di induzione delle bobine *a* e *b* sulla bobina *c* è nullo, perchè, come abbiamo detto, le due correnti le percorrono in senso contrario, e quindi un telefono intercalato nella bobina *c*, fra l_1 e *T'*, resta muto. Ma se noi parliamo

con questo telefono, le correnti telefoniche percorrendo la bobina *c* inducono delle correnti nelle due bobine *a* e *b*, perchè queste si trovano ora disposte in serie e soon avvolte nello stesso verso: queste correnti telefoniche indotte si trasmettono attraverso i fili L_1 e L_2 alla stazione corrispondente, dove mediante un analogo traslatore vengono percepite dal telefono. Il giro delle correnti nei due casi si scorge meglio della fig. 6, dove *a b c* sono le tre bobine considerate precedentemente, in *M* si è voluto rappresentare un apparato Morse e in *T* il telefono. Si vede chiaramente come le correnti emesse dal trasmettitore Morse si biforcano in *m* seguendo le due strade *m a A* L_1 ed *m b B* L_2, cioè percorrendo le due bobine *a b* in verso contrario, mentre nel caso della trasmissione telefonica le bobine *a b* sono percorse da correnti nello stesso verso.

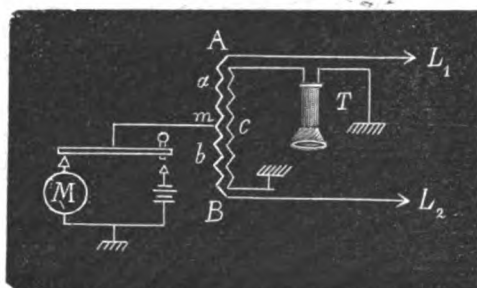



Fig. 6.

Abbiamo dunque col sistema Picard una comunicazione telegrafica sui due fili L_1 L_2 riuniti *a doppino*, ed una comunicazione telefonica sui due fili in serie, cioè in tutto due comunicazioni.

Supponiamo ora, fig. 6, che soppressa la bobina *c* il telefono *T* sia direttamente incluso fra *A* e *B* e all'apparato Morse *M* si sostituisca un altro telefono pure incluso fra *m* e la terra. Abbiamo così la disposizione descritta dal Rosebrugh come *telefonia duplice*, cioè alla comunicazione telegrafica sui due fili *a doppino* del sistema Picard, si è sostituita una comunicazione telefonica. Siccome però questo circuito sarebbe completato con la terra, per evitare l'induzione telefonica di altri fili, il Rosebrugh si serve di altri due fili, ed allora le comunicazioni vengono fatte come è indicato schematicamente nella fig. 7; cioè con quattro fili si hanno tre comunicazioni telefoniche.

Fig. 7.

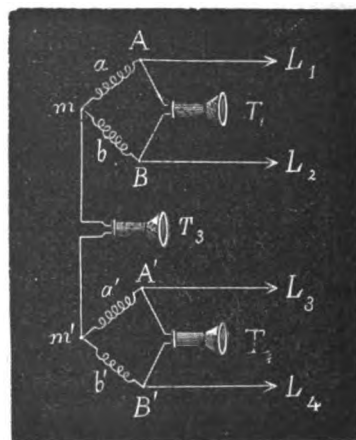
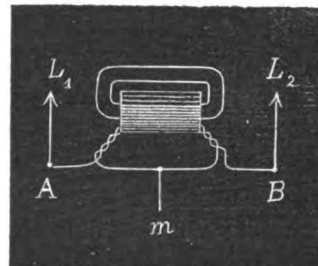
Se bene si osserva, questa disposizione richiama quella ben nota del ponte di Wheatstone per le duplici telegrafiche; ma bisogna por mente a questa differenza sostanziale. Nella duplice telegrafica il ricevitore sta sulla diagonale *A B* al posto del telefono T_1 e non è influenzato dalle correnti in partenza, emesse per il vertice *m* lungo le linee L_1 L_2 (come è noto in pratica una delle due linee è soppressa e viene sostituita con una resistenza, chiamata *linea artificiale*), perchè le resistenze di *a* e di *b* sono regolate in modo che i punti *A* e *B* siano allo stesso potenziale e quindi nessuna corrente in partenza passa per *A B*. Ma nel caso attuale abbiamo sulla diagonale *A B* un telefono, cioè un apparecchio che può funzionare tanto da ricevitore come da trasmettitore: quando il telefono T_1 agisce come ricevitore, applicando il ragionamento fatto per la duplice si vede che esso non resta influenzato dalle correnti emesse o ricevute nel telefono T_3; ma se T_1 funziona come trasmettitore, le correnti emesse da esso, nei punti *A* e *B* possono seguire due vie, o le linee L_1 L_2, oppure la derivazione *a m b*. Allo scopo di impedire per quanto è possibile questo ultimo passaggio, le resistenze *a* e *b* sono formate da rocchetti aventi grande autoinduzione.

Anzi si è adottata la disposizione della fig. 8, formando un solo rocchetto con due fili avvolti l'uno sull'altro e con un grosso nucleo di ferro dolce: così la corrente che entra per *m* circola attraverso il rocchetto in due opposte direzioni e trova un passaggio senza autoinduzione, mentre la corrente derivata fra A e B, di cui si parlava prima, è obbligata a percorrere due volte la stessa strada attorno al nucleo magnetico ed incontra perciò la massima impedenza. Data l'alta frequenza delle correnti telefoniche, si può ritenere praticamente che un rocchetto così formato offra una ostruzione quasi completa al passaggio delle correnti fra A e B, e con ciò si spiega come il telefono T_1 possa funzionare lungo $L_1 L_2$ come se la derivazione AB non esistesse.

Fig. 8.

Il sistema del Rosebrugh è stato provato per diverso tempo con pieno successo sopra quattro fili sotterranei fra l'ufficio centrale telefonico di Toronto e la stazione di Yorkville e sopra una linea aerea fra Toronto e Hamilton.

Concludendo possiamo dire, che essendo dati quattro fili, col sistema Van Rysselberghe si hanno quattro comunicazioni telegrafiche e due telefoniche, in tutto sei comunicazioni; col sistema Picard si hanno due comunicazioni telegrafiche e due telefoniche, cioè quattro comunicazioni; il sistema Rosebrugh infine non permette che tre comunicazioni telefoniche. Come si vede ciascuno dei tre sistemi ha i suoi pregi e i suoi difetti; ma la disposizione del Rosebrugh merita di essere conosciuta, perchè sebbene non rappresenti quanto di meglio si possa desiderare, è sempre un primo passo verso la soluzione del problema, fino ad ora ritenuto insolubile, della *telefonia duplice* e ci fa sperare che presto potremo registrare questo nuovo trionfo della elettrotecnica.

I. Brunelli.

LE INDUSTRIE ELETTRICHE A LONDRA

L' Inghilterra non è certamente fra le nazioni più avanzate nella elettrotecnica. Le applicazioni della nuova industria si riducono alla illuminazione, a qualche raro caso di trazione, ed a qualche trasmissione di forza nelle miniere: e in queste, poche novità, nessuno slancio, nessuna tendenza che dia indizio d'un imminente progresso. Si direbbe quasi che gl' inglesi, i re delle industrie meccaniche, si sieno arrestati dubbiosi e diffidenti dinanzi ad una forma di potenza che agisce senza movimenti apparenti, e che si trasmette senza l' intermediario d'organi rigidi. Tuttavia una visita alle officine ed agli impianti inglesi presenta molti punti interessanti: quantunque la dinamo bipolare domini ovunque, quantunque le correnti polifasi non abbiano fatto che qualche rapida apparizione nei laboratori, vi si vedon accentrate alcune tendenze, che da noi forse troppo si trascurano, vi si coglie un senso di praticità e una certa larghezza di idee, che fanno veramente bene. Si suol dire, ed in fondo è vero, che gl'inglesi sono conservatori: ma se bene si osserva si trova che molte cose non perfezionano perchè non ne hanno il bisogno, altre perchè vi sono dei principii e delle necessità che per essi hanno maggiore importanza che i progressi stessi, e contro i quali i progressi

urtano: raramente è per ostinazione o per vero principio di conservazione. Così nascono delle cose che possono parere contraddizioni. Mentre, per esempio, si decidono malvolontieri a costruire delle dinamo multipolari, hanno invece abbandonato con uno slancio, che ha un po' dell'*emportement* francese, le motrici a vapore lente e le trasmissioni per funi e cinghie e adottato, dapertutto le Willans e l'attacco diretto, due novità che negli altri paesi stentano a farsi strada. Usano molto facilmente le correnti alternanti per l'illuminazione ad incandescenza: ma la distribuzione di potenza per correnti polifasi la considerano ancora, come da noi si considerano i palloni dirigibili. Però in tutto ciò si possono cogliere delle considerazioni a cui gl'inglesi danno un'importanza tale da farle diventare delle vere preoccupazioni e alle quali sacrificano spesso ogni altra cosa. Queste preoccupazioni saltano subito fuori in una visita ad una delle tante stazioni centrali di illuminazione di Londra.

Visitiamone una qualunque: non importa quale, perchè son quasi tutte fatte sullo stesso stampo.

Un'entrata di poca apparenza, un cortiletto tetro e in fondo il fabbricato della stazione. Un passaggio coperto, tanto largo da starci un carro di carbone, traversa il fabbricato: il suo lato sinistro supponiamo, è il deposito di carbone e a destra scendendo pochi gradini ci troviamo nel locale delle caldaie. — Dico locale per modo di dire: vi è una lunga fila di Babcock e Wilcox disposte parallelamente al passaggio e fra esse ed il muro di fronte un paio di metri, se pure. Continuando nello stesso senso entriamo nella sala delle macchine. Lungo il muro di separazione dalle caldaie sono scaglionate, parallele fra loro, una mezza dozzina o più di motrici Willans che attaccano direttamente altrettante grosse dinamo bipolari, tipo inferiore, montate sulla loro stessa incastellatura — Sulla parete di fronte il quadro di distribuzione — Nella sala una luce grigia piove da una tettoia a vetri: le pareti sono nerastre e tra l'una e l'altra macchina e le macchine e il muro appena tanto spazio da passare.

Visitando la stazione bisogna naturalmente interrogare l'ingegnere che accompagna.

— Perchè usate le caldaie *multitubolari inesplodibili*, che sono meno economiche che le *cornovaglia?* per sicurezza forse?

— No! una caldaia bene usata *non deve* scoppiare — Queste caldaie consumano forse più che le cornovaglia, ma costano meno, e occupano così poco spazio: e poi si fa così presto ad avviarle!

— E le Willans vanno bene?

— Benissimo. Non vi sono quasi mai accidenti: e se per caso qualcosa si rompe dentro, di fuori non succede nulla: e in tal caso non si va neanche a vedere cosa sia rotto: si telefona alla casa Willans e Robinson e poche ore dopo la macchina è sostituita. Hanno però il difetto di essere un pò ingombranti.

— Ingombranti ?!

— Sicuro, quando pensate che una turbina a vapore Parson può sostituire quattro gruppi di questi!

— Ma il rendimento?

— Non se ne sa molto: però pare che col condensatore sia abbastanza buono.

E così via. Le preoccupazioni appaiono subito chiare: lo spazio e la sicurezza del funzionamento. Lo spazio, mi si dirà, è una funzione del prezzo del terreno: ma questa condizione ha tanta importanza nei grossi centri, che la conservano anche fuori. Quanto alla seconda, essi vogliono essere sicuri di poter fare il loro servizio qualunque cosa accada. Per dare un'idea del punto a cui spingono le cose, in alcune stazioni le

dinamo, meno un paio, non sono autoeccitatrici, ma l'eccitazione è presa al quadro perchè trovano troppo lungo il periodo di avviamento di una dinamo autoeccitatrice.

Per completare la descrizione di una di queste stazioni devo aggiungere che vi è sempre una doppia batteria d'accumulatori, che la distribuzione è a tre fili, e che la potenza di ciascuna stazione varia fra le 60 e 100 mila lampade ad incandescenza.

Non tutte però sono di questo tipo: alcune hanno dei caratteri originali che bisogna rilevare.

Una tutt'affatto nuova sta sorgendo ora sulla riva destra del Tamigi, sotto la direzione dell'ing. Mordey della casa Brush. La disposizione in generale è ancora la stessa, ma vi è più spazio, più grandiosità ed un po' anche di eleganza. Le generatrici sono degli alternatori Mordey-Victoria da 500 Kw., condotti per attacco diretto da motori tipo marina a 100 giri circa. Questi alternatori, dal lato meccanico, persuadono molto più, quando si vedono in realtà, che quando se ne legge la descrizione: la sottile armatura fissa è molto solida e rigida e pare che le deformazioni sieno molto rare. È molto ingegnosa, ed anche nuova, tutta la disposizione concernente gli interruttori e commutatori per le correnti a 2000 volt: le manovre sono legate fra loro, per modo che le diverse connessioni non possono esser fatte che in un determinato ordine. Questo, e l'essere il tutto chiuso in colonnette di ghisa, pare che garantisca da qualunque genere di pericolo.

Un'altra stazione che fa un vivo contrasto colle altre è quella De Ferranti di Deptford. In fondo, l'idea che aveva spinto il De Ferranti a cacciare la sua stazione centrale a 4 miglia dal centro da illuminare non era del tutto sbagliata. Una cosa che può forse far meraviglia, è che nel centro di Londra il carbone costi perfino 26 lire la tonnellata, tanto è difficile il trasporto e l'immagazzinamento di grandi quantità: lungo il Tamigi, a valle di Londra, si può averlo invece a 9, o 10 lire. L'idea era dunque semplice: erigere la stazione là dove il carbone costava poco, generare correnti ad alto potenziale, abbassarne la tensione nelle sottostazioni di distribuzione. Dove la cosa cominciò a deviare, fu nelle macchine. Giacchè si trattava di fare economia si pensò di farla in ogni cosa: si preferì dunque generare direttamente le correnti a 10000 volt per evitare le perdite nei trasformatori e sopratutto valersi di generatrici molto potenti. Due alternatori di 1200 *HP* l'uno, furono subito costrutti, e prima ancora che se ne conoscesse il risultato si andò più in là ancora. La costruzione di un enorme alternatore da 10000 cavalli fu decisa: l'armatura doveva avere circa 12 metri di diametro: due motrici dovevano attaccarlo direttamente e queste dovevano prendere vapore da 24 caldaie.

L'idea di fare la cosa più grande nel genere, ci aveva forse molto a vedere con questa decisione, che spingeva un concetto ragionevole verso una esagerazione pazza. Il fatto è che le due dinamo da 1200 cavalli dettero origine a tali inconvenienti che se ne dovette modificare l'avvolgimento in modo da ridurne la differenza di potenziale a 2500 volt, e completare l'officina con quattro altri gruppi generatori di potenze ordinarie. E la grande dinamo? I pesanti massi di ghisa che dovevano comporla giacciono, già foggiati, in un prato lungo il fiume: le 24 caldaie già a posto muoiono di freddo: la grande macchina non si farà.

Il De Ferranti ottiene invece molto successo coi suoi contatori che, dopo un recente perfezionamento, pare funzionino molto bene. Vengono fabbricati in una officina, posta proprio nel bel centro di Londra: un'officina che oltre ad essere interessante pel modo in cui vi si lavora, lo è anche perchè porta le tracce di tutti gli sforzi impiegati per farla capire su un'area di 350 o 400 m². Vi saranno 5 o 6 piani e vi si sale

e scende per delle scalette in legno: una motrice è rincantucciata con tre o quattro grosse macchine utensili nei sotterranei oscuri ed umidi.

In questa fabbrica ebbi occasione di vedere spinta al limite un'altra idea fissa degli inglesi. Essi non vogliono mai alimentare le lampade ad arco colle correnti alternanti. Sia che i regolatori non li accontentino, sia che vogliano un buon rendimento luminoso, il fatto è che in tutte le stazioni centrali a correnti alternanti, queste sono esclusivamente usate per le lampade ad incandescenza e vicino agli alternatori vi è sempre qualche dinamo a corrente continua ad alto potenziale per le lampade ad arco. Il De Ferranti ha pensato di eliminare queste dualità in un grosso impianto che la sua casa sta facendo a Portsmouth. Le generatrici sono alternatori di un nuovo tipo simile a quello di Brown e Boveri: alla stazione centrale stessa si trovano dei commutatori condotti da piccoli motori a correnti monofasi, sincroni, il cui scopo è di raddrizzare le correnti per le lampade ad arco. Assicurano che il rendimento di questi raddrizzatori sia molto elevato.

Fra le officine elettrotecniche una delle più grandiose è certamente quella dei Siemens Fratelli. Vi è fabbrica di dinamo, alternatori, trasformatori, apparecchi di misura ed un grande impianto per cavi sottomarini. Là si vedono in tutto il loro carattere le dinamo inglesi, le grosse bipolari, tipo inferiore: ve ne sono perfino della potenza di 400 cavalli.

Gl' inglesi hanno voluto fare della dinamo una macchina sopratutto semplice e solida. Troppo abituati alle macchine a vapore, in cui ogni pezzo deve resistere a qualche sforzo, era naturale che volessero vedere anche nella dinamo degli organi grossi, ben piantati, dei pezzi di facile forgiatura e di facile montatura e che a questo ordine di idee sacrificassero qualche condizione d'indole elettromagnetica. Così si spiega la predilezione per le bipolari, che riducono al minimo il numero delle spazzole, che danno gli avvolgimenti più semplici. Gli induttori sono formati da tre blocchi parallelepipedi di facilissima forgiatura: l'incastellatura porta generalmente anche la macchina a vapore: l'indotto, quando è possibile, è a tamburo colle connessioni diametrali rigide.

Per contro una lavorazione perfetta, degli avvolgimenti fatti con una cura straordinaria, degli indotti centrati a precisione, tutto ben aggiustato, finito, accurato: delle macchine insomma che accontentano e che, dato il tipo, non potrebbero essere migliori.

Un' altra casa che lavora molto è la Crompton e Co. Però le sue dinamo, per quanto molto lodate, persuadono poco l'occhio. Sono povere di ferro, di una forma poco industriale, che ricorda un po' le vecchie Siemens e Halske del 1880. In questa officina si cominciano a costruire ora delle dinamo senza avvolgimento di eccitazione ed in cui la forza magnetomotrice è fornita dall'armatura stessa.

L' aspetto della macchina è abbastanza buono: ma l' avvolgimento dell'armatura è alquanto complicato, allo scopo di evitare le scintille. Crompton si spinge anche fino a fabbricare delle quadripolari, ma le cela sotto la forma di bipolari a doppio circuito magnetico.

L'unica casa che produce delle multipolari su larga scala, è la Johnson e Phillips la quale come bontà di lavorazione è certamente al pari della Siemens Bros: vi si sente l'influenza di Gisberto Kapp, che ne era l'ingegnere consulente. Le macchine di Johnson e Phillips sono più fine, più delicate forse che le altre: si avvicinano al tipo delle belle macchine svizzere, in cui le esigenze meccaniche non soffocano quelle elettromagnetiche.

Ogni costruttore ha una speciale lampada ad arco che presenta sempre come la migliore di tutte: segno che forse nessuna rappresenta l'ideale cercato.

Nelle fabbriche di dinamo vi è sfoggio di trasmissione elettrica, anche alquanto frazionata: ma pare fino ad ora l'esempio non si sia esteso.

Come trazione elettrica, se se ne esclude la ferrovia di Liverpool e la sotterranea fra Londra e Clapham, vi è poco. La ferrovia sotterranea presenta il grande vantaggio di far viaggiare in un'atmosfera respirabile: però non è tecnicamente molto ben fatta: è molto discutibile il sistema della locomotiva invece delle carrozze automotrici e la via inoltre è pessima: credo questo dipenda dall'essere le rotaie connesse rigidamente ai tubi di ghisa che formano la galleria, i quali probabilmente avranno subìto degli spostamenti relativi. Il fatto è che si ha una sequela di scosse da un capo all'altro della linea, cosa che fa tanto più impressione se si paragona all'andamento liscio e tranquillo delle ordinarie ferrovie inglesi.

Un'officina che non bisogna tralasciare di vedere in una visita a Londra è quella di Willans & Robinson. Ciò che la rende interessante, oltre al veloce Willans che vi si costruisce, è il metodo della lavorazione. La forza di questa fabbrica è di costruire soltanto pochi tipi di una sola macchina. Allora le operazioni sono irregimentate: tutti i pezzi prodotti, naturalmente permutabili, sono raccolti in un magazzino dopo aver subìto un minuzioso controllo: e quando occorre una motrice non c'è che da prendere a caso al magazzino i pezzi necessari e montarla. La perfezione della lavorazione spiega in gran parte il perfetto funzionamento di queste macchine.

L'epoca della mia visita a Londra, che corrispondeva alle vacanze estive, non mi permise di vedere molti fra i più noti elettricisti inglesi, dai quali gli stranieri sono generalmente ricevuti con molta gentilezza. Così si ha occasione di avvicinare, ed è una delle cose interessanti di Londra, quei Thompson, Ayrton, Swimburne, Hopkinson, Kapp, Kennedy e così via, i cui nomi ci son già da tanto tempo famigliari, e di sentire da loro stessi di che cosa si stieno occupando, quali idee abbiano sulle diverse questioni. Ho potuto soltanto vedere il prof. Ayrton, il quale sta lavorando con ardore sui voltmetri elettrostatici, e l'ing. Swimburne, l'unico forse che in Inghilterra ha un po' di fede nelle correnti polifasi e che se ne occupa, come dice lui stesso, platonicamente, perchè macchine per esperimentare non ce ne sono ancora.

Londra, settembre 1894.

Ing. Guido Semenza.

SULL'USO DELLE BATTERIE DI ACCUMULATORI

NEGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.

1. — Con quanta insistenza si sia tornati, almeno in Europa, sempre sull'idea di alimentare le vetture elettriche nelle tramvie per mezzo di accumulatori collocati nelle vetture stesse è noto. E di questa idea è, da un certo punto di vista, facile il rendersi ragione. L'accumulatore sulla vettura presenta il grande vantaggio di rendere questa completamente indipendente dalla stazione centrale, e da tutte le altre vetture che corrono sullo stesso binario; quindi permette di sopprimere la conduttura elettrica, evitando così le difficoltà considerevoli che si incontrano spesso nell'impiantarla. Inoltre

fa sì che il comando dei motori si eseguisca nelle condizioni più perfette, potendosi in ogni vettura variare la f. e. m. applicata, e variare l'intensità del campo, quindi ottenere ad ogni istante con facilità lo sforzo motore e la velocità occorrente, senza perdere in rendimento, senza disturbare le altre vetture o esserne disturbati, senza pregiudicare l'esercizio della stazione centrale con variazioni brusche di carica.

Se questi ultimi vantaggi sono in realtà i più serii, il primo, consistente nella soppressione della conduttura, è quello che risalta più agli occhi di tutti, e fa quindi maggiore impressione sul pubblico. Sono noti infatti i pregiudizi, quasi universalmente diffusi a riguardo delle condutture per trazione elettrica; e l'ostilità, bene spesso ingiustificata, che viene opposta tenacemente all'uso dei conduttori aerei nelle tramvie, anche là dove intere reti di fili telefonici e conduttori di luce elettrica sono tese attraverso le strade senza ricevere opposizione di alcuno. Ma ad ogni modo, anche senza andare a queste esagerazioni, è certo che il poter fare a meno di ogni sorta di conduttori, aerei e sotterranei, sarebbe una semplificazione molto grande nel problema della trazione elettrica; e questa sola circostanza basterebbe a far pensare agli accumulatori come ad una soluzione ideale del problema medesimo.

Disgraziatamente la parola *ideale* deve essere qui presa nei suoi due sensi; e se tutti considerano l'uso degli accumulatori come ideale, solamente i non tecnici possono sostenerlo come pratico.

2. — Un piccolo calcolo in proposito ci convincerà facilmente di questa verità. Supponiamo di voler trovare il peso x di accumulatori, occorrenti per mantenere in movimento una vettura di tramvia, che pesi, tenuto conto dei passeggieri e dei motori, P kg., e debba percorrere con la velocità di V km. l'ora una strada la cui pendenza massima percentuale sia uguale a λ. Ammettendo che su questa pendenza massima non occorra mai di acquistar movimento, nè s'incontrino curve, avremo che per ogni tonnellata di peso gravante sulle ruote occorrono almeno 10 kg. per vincere l'attrito delle rotaie, e 10λ kg. per vincere la componente del peso; ora il peso totale è $P+x$; per cui lo sforzo di trazione sarà, in kg.

$$T = (P+x)\,\frac{10+10\lambda}{1000}$$

Tenendo conto che questo sforzo deve venire sviluppato con una velocità V (in km. l'ora) il consumo W di energia in watt sarà dato da $\frac{TV}{0,36}$ come è facile vedere; quindi si avrà

$$W = (P+x)\,\frac{1+\lambda}{36}\,V$$

Ora da un accumulatore a cloruri a scarica rapida si può ottenere due watt per kg. e, sacrificando il rendimento e la durata, anche 4 watt (1). Ammettendo questo valore, cioè ponendo $W = 4x$, e risolvendo rispetto ad x, il peso in kg. degli accumulatori occorrenti è dato da

$$x = \frac{PV(1+\lambda)}{144-(1+\lambda)V}$$

Per fare un caso pratico, prendiamo $P = 5000$ kg. valore medio, e ammettiamo una velocità di 16 km. l'ora (2). Avremo

$$x = 5000\,\frac{1+\lambda}{8-\lambda}$$

(1) V. *Electrician* — The chloride cell (10 nov. 93).

(2) Le tramvie elettriche di Budapest a conduttura sotterranea arrivano a 18 km. l'ora; altrove si superano anche i 20.

Si vede di qui che se la pendenza arriva all'8 °/₀, occorre un peso infinito di accumulatori. Ma pendenze così forti non sono frequenti, e si riscontrano solo nelle città più accidentate, come Roma, Genova (1), ecc.; prendiamo solamente $\lambda = 4$, e si ricaverà l'enorme valore di $x = 6000$, cioè un peso superiore a quello della vettura stessa. Se teniamo conto che una pendenza del 4 °/₀ non ha nulla di esagerato, e che sarebbe difficile trovare in una vettura lo spazio per una batteria di 6 tonnellate, quand'anche la necessità di sostenere un così gran peso non portasse a inconvenienti molto gravi, se pensiamo che il peso dei motori occorrenti assorbirebbe buona parte dei 5000 kg. riserbati alla vettura, e che il prezzo della batteria sola si eleverebbe almeno a 15000 lire, sarà necessario convincersi che nella maggior parte dei casi pratici la trasmissione dell'energia per mezzo di accumulatori sulle vetture è irrealizzabile, almeno allo stato attuale della tecnica. E quantunque l'invenzione degli accumulatori a cloruri sia stata un passo innanzi verso la soluzione di questo problema, ancora molti altri ne rimangono da fare.

Solamente su tracciati stradali privi o quasi privi di pendenze, e destinati a esser percorsi con velocità molto moderate, l'impiego degli accumulatori può essere profittevole; ma non bisogna dimenticare che non può competere per economia con quello delle condutture aeree, e, dove è possibile impiantarle, delle condutture a livello del suolo. Poichè il peso morto degli accumulatori, specialmente poi se sono collocati su una vettura rimorchiatrice speciale, esige un dispendio di lavoro affatto passivo; il rimanere immobilizzata una parte del materiale mobile durante le ore di carica importa una cattiva utilizzazione del materiale stesso. Una spesa molto rilevante è poi resa necessaria dalle continue riparazioni e rinnovamenti che esigono le batterie, sottoposte a un regime di funzionamento così pernicioso come quello che ha luogo nelle vetture.

Conviene quindi non farsi troppe illusioni sulla praticità dell'uso degli accumulatori nella trazione elettrica; e senza condannare quest'uso con un verdetto così assoluto come quello ordinariamente pronunciato dagli americani, bisogna andare molto cauti nel consigliarlo ricordando sopra tutto che quasi mai, di tante volte che è stata sperimentato, e nonostante le attenzioni spese per la sua riuscita, esso ha dato buoni frutti. È infatti noto che la maggior parte degli impianti di trazione ad accumulatori fin ora installati hanno dovuto prima o poi sospendere l'esercizio ed altri lo continuano solamente a costo di gravi sacrifici. Sarebbe dunque imprudente il tentare di introdurre questo sistema nei paesi dove la trazione elettrica non ha ancora ricevuto uno sviluppo grandissimo; perchè il probabile insuccesso a cui si andrebbe incontro potrebbe pregiudicare gravemente l'avvenire della trazione elettrica in generale.

3. — Con tuttociò vi è anche nella trazione elettrica un campo di applicazione in cui gli accumulatori possono rendere notevoli servigi; ed è quando se ne fa uso, non più sulle vetture stesse a scopo di sopprimere la conduttura, ma invece sotto forma di batterie fisse nelle stazioni generatrici.

È probabile che in gran parte dei casi l'uso di queste batterie fisse sia degno di tanta raccomandazione, quanto l'uso delle batterie mobili merita di essere condannato.

In verità le prime non presentano il vantaggio di ovviare alle difficoltà della trasmissione aerea o sotterranea, vantaggio tanto appariscente agli occhi dei profani; ma si presentano invece tanto più favorevolmente agli occhi dei tecnici, in quanto che

(1) Lungo la via Assarotti in Genova si ha una continua pendenza per la maggior parte dell'8 °/₀; mentre la trazione con accumulatori sarebbe impossibile, il sistema a conduttore aereo vi funziona ottimamente da oltre due anni. V. L'*Elettricista*. Vol. II, 1893 - pag. 209 e seg. (N. D. D.).

invece di essere fonte di complicazioni, spese, e diminuzione di rendimenti, portano a una maggiore semplificazione ed economia del servizio.

Evidentemente nessuna delle ragioni che militano contro l'uso delle batterie nelle vetture sussiste più nel caso delle batterie fisse. Queste non apportano difficoltà per il loro collocamento; non costituiscono un peso morto da trascinare lungo tutta la linea, con dispendio grave di forza motrice, fino a cagionare talvolta, come abbiamo visto, impossibilità assoluta di funzionamento; non esigono vetture più solide, più voluminose, nè motori e dinamo più potenti; non sono causa di cattiva utilizzazione del materiale mobile; inoltre, non dovendo soddisfare alle condizioni di leggerezza e trasportabilità, nè essendo soggette a scosse meccaniche, possono essere costrutte in modo da avere un rendimento e una durata molto maggiore, e non richiedere tante spese di manutenzione.

Il raro uso finora fatto delle batterie fisse non depone nulla contro di esse. Anzitutto non è mai accaduto che, una volta impiantate, abbiano fatto cattiva riuscita, come è accaduto, ben troppo spesso, con l'altro sistema; inoltre bisogna riflettere che la loro applicazione non presentava in apparenza tanti vantaggi da attrarre la fantasia degli innovatori, e illudere quella del pubblico, come ne presentava l'applicazione delle batterie mobili; e che la tendenza verso queste ultime era spesso sollecitata dalle opposizioni serie incontrate in molte città contro l'erezione di conduttori aerei, mentre nulla determinava un impulso altrettanto efficace verso le prime. Rifletteremo infine che la trazione elettrica ha avuto sinora quasi esclusivamente il suo sviluppo in America; ed è nota l'avversione sistematica degli americani contro l'uso delle batterie di accumulatori per qualunque scopo.

4. — Oggidì questa opposizione, dovuta in gran parte alla mancanza di buoni accumulatori in America, tende a diminuire; ne abbiamo, oltre che nell'impianto di Germantown, e altri simili, una prova nelle discussioni tenute l'anno scorso alla *Milwaukee Street Railway Convention* e più recentemente alla adunanza della *El. Light Association.* Ivi furono fatti osservare i grandi vantaggi che aveva concesso in Europa l'uso delle batterie di accumulatori nelle stazioni centrali d'illuminazione elettrica, specialmente a Londra e in Germania dove questo uso aveva incontrato la più larga diffusione; furono discussi i vari metodi di applicazione di queste batterie, sia come regolatori, sia come serbatoi di energia, le spese occorrenti per il loro impianto e funzionamento, e la commissione ivi incaricata di studiare su questo proposito, dopo accurato esame della questione, riferì quanto segue.

Che in Europa erano stati fatti negli ultimi anni progressi notevoli nella fabbricazione delle batterie d'accumulatori; che queste batterie erano state applicate praticamente e in grande scala nelle stazioni di illuminazione, quasi sempre con notevole vantaggio; che, quantunque diverse siano le condizioni nelle stazioni generatrici per trazione elettrica, non si vede ragione perchè anche ivi l'uso degli accumulatori non deva rendere altrettanta e forse più utilità, regolarizzando la f. e. m. della linea, e aumentando il rendimento dell'impianto; che, ammettendo anche i dati più elevati per il costo d'impianto e manutenzione delle batterie, i calcoli mostrano la possibilità di realizzare un guadagno coll'adozione delle medesime, in ogni stazione che alimenti non più di 200 veicoli, e dove il combustibile abbia un valore superiore a 2 dollari (10 lire) per tonnellata; che in parecchi casi anche il costo d'impianto di una stazione con accumulatori è minore che non senza; che la capacità di un impianto già esistente può essere accresciuta con l'aggiunta degli accumulatori, e nello stesso tempo le spese d'esercizio

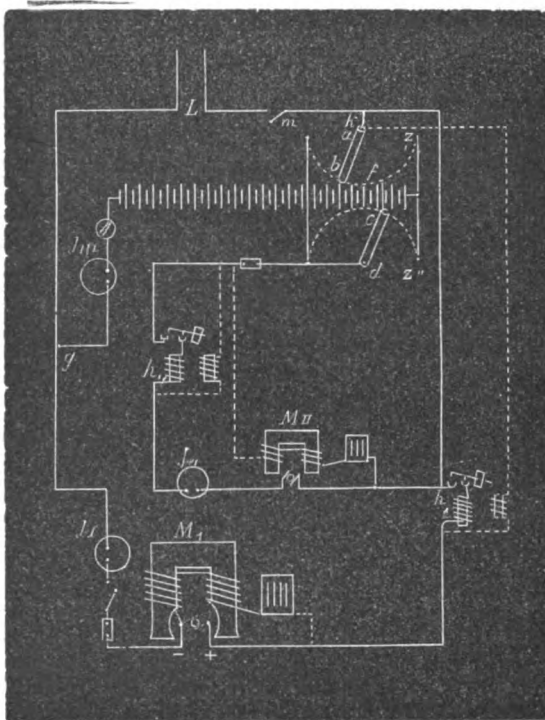
diminuite; che in ogni caso bisogna decidere dopo un accurato esame di tutte le condizioni particolari, sulla preferenza da dare all'uso delle batterie nelle stazioni per trazione elettrica; che l'esperienza pratica dovrà indicare le regole da seguire nella scelta del tipo di accumulatori, della loro capacità, dei metodi di applicarli, e in generale per la soluzione di tutte le altre questioni che si possono presentare in impianti di questo genere.

5. — Disgraziatamente questi ultimi quesiti sono rimasti sin ora senza risposta definitiva, e tali rimarranno per qualche tempo, fino a che la pratica dell'applicazione degli accumulatori alla trazione elettrica non si sia maggiormente diffusa. Uno dei primi esempi di questa applicazione apparve in America stessa; un altro più importante si ebbe nella ferrovia elettrica Zurigo-Hirslanden, inaugurata cinque mesi or sono; riportiamo qui perciò alcuni dati relativi a questo impianto.

La casa Oerlikon che ne ha curata l'esecuzione volle esperimentare l'uso degli accumulatori, dietro suggerimento della nota ditta Hagen; la prova fatta su una linea sperimentale impiantata nell'officina stessa essendo riuscita soddisfacente, fu deciso di applicare i sistema alla linea di Hirslanden. Questa che ha la lunghezza di circa 5 km. si estende dal centro della città di Zurigo fino al sobborgo di Hirslanden, dove è collocata l'officina generatrice; sono frequenti le pendenze del 2 e 3 °/₀, e la massima ascende al 6 ½ °/₀. Le vetture che sono in numero di 18, ricevono corrente per mezzo di una conduttura aerea; hanno una capacità di 25 passeggieri, e pesano, cariche, da 4 a 5 tonnellate; sono fornite di un motore di 15 kw., e percorrono la strada con una velocità media di 12 km., che arriva occasionalmente sino a 20 km. l'ora.

Nella stazione generatrice la potenza è ottenuta dal combustibile minerale, che ivi costa 30 fr. per tonnellata; a tale scopo sono impiantate due motrici compound a condensazione, di 100 cavalli ciascuna, e due dinamo Oerlikon, da 450 giri al minuto, capaci di sviluppare 120 amp. alla pressione di 550 volt. Una sola motrice e dinamo per volta funzionano; l'altra coppia sta per riserva, in vista di un danno eventuale alle macchine medesime, o alla batteria d'accumulatori.

Questa, che si compone di 300 elementi in serie, del tipo Tudor, fabbricati dalla casa Hagen, ha una capacità di 245 amp. ore, puo fornire una corrente massima di 80 amp., e, momentaneamente, anche di 160 amp.; potrebbe così alimentare la linea, da sola, per un paio d'ore, con 9 vetture in attività.

L'unita figura dà lo schema delle comunicazioni nell'officina centrale. La dinamo M_1 è attaccata direttamente alla linea L attraverso ad un interruttore h e ad un amperometro J_1; in derivazione sulla conduttura di essa fra k e g è posta la batteria di

accumulatori, la quale si associa alla dinamo per fornire la corrente quando il maggior bisogno della linea lo richieda, mentre quando il consumo diminuisce, l'eccedenza di corrente fornita dalla dinamo viene immagazzinata dagli accumulatori. Per tal modo resta costante il lavoro fornito dalla dinamo.

Dei 300 elementi della batteria, solo 240 sono in connessione permanente con la linea e con la dinamo; gli altri 60 vengono parzialmente inseriti ed esclusi in vario numero, dalla leva di scarica *a b* di uno speciale apparecchio automatico *z z*, in modo da mantenere costante la f. e. m. della batteria anche quando variano le condizioni di carica.

Siccome poi questi 60 elementi non potrebbero esser mantenuti costantemente carichi dalla corrente principale, è disposta a tale scopo una terza dinamo ausiliaria M_{11}, con relativa motrice di 45 cavalli, calcolata in modo da fornire 20 amp. a 150 volt., o 30 amp. a 100 volt.; questa dinamo si fa funzionare per qualche ora al giorno, generalmente nell'epoca di minor consumo di energia; si caricano in questo modo i 60 elementi regolatori indipendentemente dagli altri, e precisamente quelli compresi fra le due leve *ab* e *cd* dell'inseritore automatico suddetto: un interruttore *h* interrompe la corrente di questa dinamo quando la tensione negli accumulatori divenisse troppo grande. Analogo interruttore h_1 è inserito nel circuito della dinamo principale. Altri due amperometri J_{11} e J_1 permettono di vedere direttamente quale sia la corrente fornita dagli accumulatori e dalla piccola dinamo.

Per gli altri particolari relativi a questo impianto, rimandiamo alle descrizioni già pubbblicate (1).

Aggiungeremo solo che i risultati ottenuti hanno corrisposto pienamente alle previsioni. Da una comunicazione dello *Street Railway Journal* appare che il consumo di carbone non si eleva, in servizio corrente, a 1,5 kg. di carbone per cavallo *effettivo* e per ora, onde si calcola che l'uso degli accumulatori realizza una economia di circa 13000 franchi all'anno, di cui solamente la settima parte è spesa per la manutenzione degli accumulatori stessi.

Notiamo che questa spesa di manutenzione è stata garantita mediante impegno formale dalla casa Hagen; ed è stata questa circostanza, insieme con quella del prezzo elevato del combustibile, e della grande irregolarità prevista nel consumo della forza motrice, che ha fatto decidere in questo caso verso l'adozione degli accumulatori.

6. — Un'applicazione più in grande delle batterie d'accumulatori alla trazione elettrica è stata fatta recentemente anche nella ferrovia Douglas-Laxey, ma per il breve tempo trascorso, non si conoscono ancora i risultati dell'intrapresa.

In questa ferrovia, che è a doppio binario, a conduttura aerea, e si estende per la lunghezza di 11 km., con una pendenza massima del 5 per cento, sono impiantate due stazioni generatrici, alle estremità; l'una di esse contiene tre unità composte di una caldaia Lancashire, una motrice compound a gran velocità, e una dinamo da 100 amp. e 500 volt; l'altra, due unità analoghe, in modo da realizzare sulla linea una potenza complessiva di 250 kw. (ossia 340 cavalli).

La batteria di accumulatori serve qui non solo ad eguagliare le fluttuazioni della forza motrice, ma a diminuire la perdita di potenziale nella linea, poichè è impiantata a 4 km dalla stazione di Douglas, cioè in un punto della linea ove, per le pendenze più forti, si verifica il massimo consumo di energia; è destinata anche ad alimentare

(1) V. *Electrical World*, 28 ottobre 1893, *Elek. Zeitschrift*, 28 giugno 1894, *e Electrical Engineer*, 20 luglio e 14 settembre 1894.

da sola la linea, nelle epoche del minimo movimento. Essa si compone di 240 elementi a cloruri, fabbricati dalla *Chloryde Electrical Syndicate, Ld. Co.*, di Londra, ha una capacità di 630 amp.-ora, e può essere scaricata senza detrimento in tre ore. A quanto si dice, questi accumulatori mantengono, a differenza degli ordinari, una f. e. m. sensibilmente costante, durante tutta la scarica, e sembra che per questo motivo non richiedano l'uso di meccanismo regolatore d'inserzione. La carica è fatta direttamente dalla linea o, quando non è possibile, per mezzo di un motore-generatore che dà la f. e. m. necessaria. Mancano per ora ulteriori particolari su questo impianto di accumulatori; sarebbero molto interessanti, non solo perchè trattasi di una applicazione importante del sistema delle batterie fisse nella trazione elettrica; ma anche perchè si ha qui un esperimento, su vasta scala, del nuovo tipo di accumulatori recentemente messo in commercio.

L'installazione è riuscita, dicesi, completamente, e sinora ha soddisfatto a tutte le speranze in essa riposte. Se questi risultati saranno confermati da un esercizio più prolungato, è probabile che l'esempio ne sarà ripetutamente seguito; questo esempio sarebbe tanto più decisivo in quanto che a Douglas non si presentavano più come a Zurigo, circostanze speciali che spingessero a dare una preferenza particolare all' uso degli accumulatori.

(Continua). G. GIORGI.

L'ILLUMINAZIONE ELETTRICA DI BRESCIA

Il servizio della illuminazione elettrica in Brescia è stato inaugurato in principio dello scorso mese d'ottobre con pieno successo; riusciranno interessanti alcuni dati sulla parte elettrica e su quella idraulica di questo impianto che fa davvero onore al nostro paese.

Tutte le vie percorse dalla tramvia a cavalli, fino alla stazione, e quelle dal Corso del Teatro a piazza del Comune, sono illuminate con 51 lampade ad arco da 500 candele, tutti i portici da via Mazzini a piazza del Comune con 40 lampade ad incandescenza da 50 candele.

La forza occorrente viene presa a 20 km. di distanza da Brescia, e precisamente a Calvagese, mediante derivazione dal fiume Chiese.

L'impianto è fatto con sistema a corrente continua ad *alta tensione*, con macchine Thury fabbricate a Ginevra dalla *Compagnie de l'Industrie électrique*, e sarà, dopo quello di Genova, il più importante d'Italia fatto con tale sistema.

Officina di produzione a Calvagese. — La presa di forza a Calvagese è stata fatta vicino al ponte sul Chiese, prolungando un canale di derivazione già esistente.

Esso ha sezione tale da poter lasciar passare 7 m^3 di acqua al secondo — però, per ora, non si deriveranno dal Chiese che 4 $m.^3$ — Tale canale ha la lunghezza di m. 1337, che verranno utilizzati con una caduta netta di m. 9.53 in magra e di 6.85 in massima piena su tre turbine doppie Jonval unite direttamente alle dinamo, con un giunto *Raffard* isolante ed elastico. Per ora di tali unità non se ne utilizzeranno che due, la terza rimane di scorta.

Il canale, mantenendosi altissimo per mezzo di notevoli rilevati, giunge dietro all'officina.

È questo un vasto fabbricato che sorge in riva al Chiese, ed ha davanti a sè un largo bacino, che arriva fino al fiume, ove va a scaricarsi l'acqua delle diverse turbine. L'officina completa dovrà contenere sette unità di macchinario (una delle quali di scorta) da 132 cavalli nominali di forza. Per ora vennero installate tre turbine e due dinamo, e a giorni giungerà la terza dinamo.

Le tre turbine ad asse orizzontale vennero ordinate a tre diverse case italiane, delle quali quella che avrà fornita la migliore, sarà incaricata della fornitura delle altre. Le tre case sono: *Calzoni* di Bologna, *Società Italo-Elvetica* già De-Morsier di Bologna e la *Società Veneta* di costruzioni residente a Treviso.

Queste turbine a reazione sono studiate in modo da servire per grandi velocità (350 giri al minuto primo) e da poter essere utilizzate, malgrado la variazione di 3 m. del salto.

Sullo stesso albero delle turbine sono poste direttameute le dinamo del tipo *Thury* di Ginevra, della forza di *100 cavalli* ciascuna.

Ogni dinamo è munita di un chiudi-circuito automatico, che serve a togliere la corrente della linea appena questa, per una causa qualunque, venisse a rompersi. Tali dinamo hanno la pontenzialità di 3000 volt con 22 ampère, a 350 rivoluzioni, e sono eccitate in serie.

Ogni circuito ha anche parafulmini, istrumenti di misura, e regolatori a mano ed automatici.

Tutto l'impianto idraulico venne fatto con grande cura e senza risparmio, e fu progettato e diretto dall'egregio ing. Canali, che merita perciò un encomio.

Linea di trasmissione. — Dall'officina di Calvagese parte la linea che per ora è composta di soli quattro fili, due per circuito. I fili sono *nudi*, in bronzo silicioso, del diametro di mm. 5.6 e si appoggiano ad isolatori di porcellana fissati su sostegni a doppi pali, distanti in media circa 40 m. fra loro.

La linea dopo un percorso di circa 20 chilometri lungo strade comunali, provinciali e proprietà private, viene a Porta Venezia alla stazione di distribuzione e trasformazione.

Questa stazione comunica coll'officina di Calvagese per mezzo di un telefono i cui fili percorrono la stessa linea della conduttura elettrica.

Officina di distribuzione a Porta Venezia. — È un fabbricato abbastanza ampio, forse non troppo elegante; ad esso arrivano i fili della linea, che passati attraverso gli apparecchi di sicurezza, come parafulmini, valvole, ecc. vanno ai quadri di distribuzione; dietro a questi vi sono le innumerevoli spirali che servono da resistenze.

Tali resistenze vengono inserite od eliminate automaticamente da un regolatore speciale mosso da un motorino elettrico posto in serie sul circuito.

Al quadro sono annessi anche gli apparecchi di misura.

Uno dei due circuiti sarà (di sera) adibito unicamente al servizio pubblico, e la corrente arrivata all'officina di distribuzione, si dividerà in due parti, una per le lampade ad arco, l'altra per le lampade ad incandescenza dei Portici; la prima poi si suddividerà nuovamente in due parti, e l'una servirà per le lampade che stanno accese tutta la notte, l'altra per quelle che stanno accese solo fino a mezzanotte.

Anche metà delle lampade ad incandescenza sarà spenta a mezzanotte, ma ciò si farà con un interruttore posto sotto i Portici.

L'altra dinamo, che è pure in attività, servirà all'illuminazione privata ad alta tensione.

Per la distribuzione a bassa tensione nulla venne ancora definitivamente stabilito; è però certo che si farà con accumulatori posti in serie sul circuito, per ora.

Impianti privati. — La illuminazione privata sarà di due sorta, a *bassa* e ad *alta tensione.*

Nel progetto primitivo tutta l'illuminazione, sia pubblica che privata, era stabilita in serie ad alta tensione a 2500 volt, ma in seguito ad opposizioni e pareri di tecnici, l'illuminazione ad alta tensione venne concessa dal Municipio soltanto negli esercizi pubblici, nei soli locali riservati al pubblico, libero però sempre l'utente di scegliere fra l'alta tensione e la bassa.

Il Municipio impose anche norme severe di sicurezza per tutti gli impianti ad alta tensione.

Per l'illuminazione ad alta tensione la Società assuntrice può fare concessioni speciali, sia facendo contratti a *forfait,* cioè per lampada e senza limite di consumo, sia ribassando il prezzo della energia elettrica a contatore.

Per l'illuminazione a bassa tensione non si faranno molto probabilmente contratti a *forfait,* che non sarebbero pratici, facendosi l'impianto con accumulatori; essa sarà fatta in derivazione.

Forza motrice. — Ma oltre l'illuminazione, un altro scopo, da molti desiderato, si prefigge l'impianto elettrico di Brescia, ed è il trasporto di forza motrice.

In questa città ve n'è pochissima e le industrie, specialmente piccole, ne sentono forte il bisogno.

I motori Thury a corrente continua ad alta e bassa tensione, coi nuovi regolatori, hanno avuto un esito splendido a Genova, tale che difficilmente potrà esser superato da motori elettrici d'altri sistemi. Essi richiedono bensì grande isolamento, ma hanno senz'altro dei pregi indiscutibili nel funzionamento, e richiedono poca assistenza pel loro andamento, perchè sono appunto regolati automaticamente.

La forza motrice che sarà disponibile, specialmente di giorno, in grande quantità, verrà certamente utilizzata per le piccole industrie. Con essa poi si potranno muovere anche le progettate tramvie elettriche delle quali la società ha già chiesto la concesssione.

Tariffe. — Le tariffe sono abbastanza basse, trattandosi di una città mancante di forza motrice. Il Municipio viene a spendere circa cent. 2,4 ogni ettowatt-ora. L'illuminzione a contatore costerà cent. 6,8 ogni ettowatt-ora ad alta tensione, e cent. 7,8 a bassa tensione compresa la tassa comunale.

Il contratto a *forfait* annuo per lampade da 20 candele ad alta tensione, con accensione dalla sera alla mattina, L. 60. La forza motrice, circa 12 cent. al cavallo-ora.

Vediamo ora invece quanto costi l'illuminazione elettrica in altre città principali per ogni ettowatt-ora, secondo i dati che ci potemmo procurare, e che crediamo sufficientemente esatti.

CITTÀ	ILLUMINAZIONE pubblica	privata
Trento	Centes. 2,3	Annue L. 37
Cuneo	» 3,2	Centes. 9,6 *
Milano	» 7,-	» 9,6 *
Torino	» 7,5	» 8,5 *
Roma	» 6,-	» 12,-
Napoli	» 12,-	» 10,- *
Siracusa	» 7,-	» 13,- *
Livorno	» 7,5	» 7,5 *
Palermo	» 16,-	» 15,2 *
Mantova	» 5,8	» 10,5 *
Brescia	» 2,4	» 7,8

* Minimo.

Dobbiamo però notare che i dati suesposti potranno in qualche modo variare, a seconda delle imposizioni di tasse e obblighi di fornitura delle lampade; i 7,8 cent. poi saranno a Brescia il prezzo massimo per qualunque consumo, mentre nella tabella suesposta sono segnati i prezzi minimi che si fanno ai grossi consumatori.

A Brescia, anche col prezzo massimo di cent. 7,8 tutto compreso, la luce elettrica verrà a costare un po' meno del gas.

Tale contratto è quindi vantaggiosissimo, perchè offre condizioni migliori di quelle che si hanno in tutte le altre principali città d' Italia.

Questo impianto, progettato forse troppo affrettatamente da principio, e che dovette per molteplici ragioni tecniche, pratiche, finanziarie, esser modificato e attraversare e superare difficoltà gravissime, ha dovuto subire per ciò un notevole ritardo nella sua esecuzione; ma ora esso è nella parte sostanziale completamente riuscito.

E difatti tutto ora è a posto e procede regolarmente.

Le turbine, specialmente quella della casa Calzoni, vanno benissimo; le dinamo accurate in tutti i loro particolari sono buonissime e funzionano ottimamente. La linea, meno qualche lieve difetto facilmente rimediabile, abbastanza solida, l'officina di distribuzione ben disposta.

Anche l'impianto in città ci pare abbastanza ben fatto giacchè, data la condottura aerea, il sistema di sospensione dei fili è ben studiato sia dal lato dell'isolamento, che dal lato estetico.

Forse qualche lampada ad arco dovrà essere aggiunta a quelle già stabilite.

Rimane ancora l' illuminazione a bassa tensione, ma è sperabile che sarà pure presto installata, e di questa, trattandosi di un impianto con accumulatori in serie, sarà interessante parlare diffusamente un'altra volta.

Dobbiamo quindi fare le meritate lodi al direttore tecnico G. Mantica che progettò e diresse con grande solerzia tutto l'impianto elettrico e lo condusse felicemente a termine, validamente aiutato dagli ingegneri Canali e Biacchi.

E dobbiamo pure una parola d'encomio alla nuova società Fraschini, Porta e C. composta di forti capitalisti milanesi, che si sostituì alla vecchia « Società per l'utilizzazione delle forze idrauliche » e venne così a dare un nuovo e poderoso impulso all'impianto, sia coi capitali, sia colla vigorosa attività personale.

Ing. G. Orefici.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Tramvia elettrica sistema Claret-Wuillemier *per* A. Moutier. (*).

L'A. fa una lunga e particolareggiata descrizione della tramvia elettrica che riunisce il centro della città di Lione col palazzo dell'esposizione.

La linea ha la lunghezza di 3200 metri, e, tranne un piccolo tratto di 250 metri, è a doppio binario, con lo scartamento di 1 metro. Nel senso longitudinale e al centro del binario sono disposte le prese di corrente, formate da pezzi di rotaia comune rovesciati, cioè con la suola in alto, e incastrati in lungarine di legno incatramato, in modo che la suola si trova precisamente a fior di terra. Questi pezzi hanno la lunghezza di m. 2,80 e sono posti alla distanza di circa m. 3 l'uno dall'altro: essi sono isolati fra loro e dalle rotaie, ma per mezzo di fili alimentatori sono messi tutti in comunicazione con un distributore automatico, che comunica loro la corrente soltanto quando vi passa sopra la vettura.

I distributori automatici sono posti in chioschi o pozzi speciali lungo il percorso della linea, alla

(*) *L'Electricien*, n. 194 e 195, 1894.

distanza di circa 100 metri fra loro, e ricevono la corrente da un cavo sotterraneo.

Le vetture portano due sfregatori speciali, uno davanti e uno di dietro, disposti in modo che possono toccare simultaneamente due pezzi delle prese di corrente. Quando per il movimento della vettura lo sfregatore anteriore viene a toccare un nuovo pezzo, gli comunica la corrente che riceve dal pezzo precedente, e che fa già funzionare il motore della vettura stessa. Questa corrente per mezzo del filo di comunicazione speciale a quel pezzo fa funzionare nel distributore un elettromagnete di grande resistenza, il quale stabilisce una comunicazione diretta fra il cavo sotterraneo e il detto pezzo, ed interrompe la stessa comunicazione col pezzo precedente. Le rotaie servono per il ritorno della corrente.

Questo è in succinto il principio fondamentale del sistema, e si capisce come i distributori automatici debbano essere molto complicati, specialmente quelli per un unico binario che devono funzionare tanto per l'andata che per il ritorno delle vetture: per la loro descrizione rimandiamo i lettori all'articolo originale.

Ci limitiamo a riportare alcuni dati che fanno fede della bontà e sicurezza di funzionamento del sistema. La tramvia è stata aperta al pubblico servizio già da sei mesi e non si è avuto a lamentare alcun inconveniente. Nel mese di giugno percorrevano la linea 10 vetture con l'intervallo di 4 minuti l'una dall'altra, e riuscirono a trasportare fino a 15,000 viaggiatori in una sola giornata. Nel mese d'agosto il numero esatto dei viaggiatori è stato di 123,842.

I. B.

L'elemento Clark quando produce una corrente *per* S. Skinner (*).

La forza elettromotrice dell'elemento Clark a circuito aperto è stata determinata parecchie volte, e trovata così costante, da farla adottare come unità di riferimento.

Ora l'A. ha voluto fare degli studi su questa pila a circuito chiuso nell'intento di stabilire: 1° come differisce la forza elettromotrice totale lungo il circuito da quella a circuito aperto; 2° come questo nuovo valore di forza elettromotrice cambia col tempo, ossia mantenendo la corrente.

Si comprende l'utilità di queste ricerche, giacchè, una volta conosciute queste variazioni, è reso possibile servirsi di una pila per produrre correnti di valore determinato.

Le esperienze furono eseguite sopra tre elementi di dimensioni maggiori di quelli che ordinariamente vengono costruiti. Nell'uno (L) lo zinco aveva una superficie di 95 cm², nel secondo (N) una superficie di 29 cm², e nel terzo (B) una superficie di 14,4 cm².

In tutte tre queste pile il disco di zinco era collocato orizzontalmente, ed esse avevano la medesima forza elettromotrice nel limite da 2 a 5000.

Egli cominciò quindi dal determinare per ciascuna pila la resistenza interna col metodo di opposizione, e nota la resistenza esterna, potè con questi dati e per correnti d'intensità diversa calcolare la forza elettromotrice di polarizzazione $-(E-e)$, essendo E la forza elettromotrice a circuito aperto ed e quella necessaria a produrre la corrente osservata.

Pervenne a questi risultati:

	$E-e$ per 0,0014 ampère	$E-e$ per 0,0028 ampère	$E-e$ per 0,007 ampère
L	4	10	26
N	18,5	36,5	—
B	4	7	17

L'unità di forza elettromotrice essendo approssimativamente $\frac{1,4}{5000}$ volt.

Da cui si conclude che *la forza elettromotrice di polarizzazione per un dato elemento varia direttamente colla densità della corrente.*

Riguardo poi alla seconda questione, all'influenza cioè del tempo sulla variazione della forza elettromotrice, l'A. trovò che *la forza elettromotrice di polarizzazione cresce leggermente quando la corrente è mantenuta.* Così ad es. per l'elemento L trovò che l'effetto del tempo poteva essere rappresentato dalla relazione

$$-(E-e) = -(0,00834 + 0,001 \, . \, t) \text{ volt}$$

essendo t il tempo in ore.

N. P.

L'elettricità considerata come un movimento vorticoso *per* Ch. V. Zeuger. (*)

Se si fa passare la scarica di una bobina di Ruhmkorff o di una macchina Wimshurst in una campana pneumatica sotto la quale si sono poste due provette, una contenente ammoniaca diluita, ed un'altra ripiena di acido cloridrico concentrato, si vedono elevarsi, al momento della scarica, dei vortici che sono formati da piccoli cristalli bianchi di cloridrato d'ammoniaca, sospesi nell'aria. Essi si condensano roteando in strati coerenti, che cadono sul piatto pneumatico. Questi cristalli si depositano nello stesso modo che il Faye ha riscontrato per

(*) *Philosophical Magazine*, n. 232, settembre 1894.

(*) *L'Industrie Électrique*, 10 settembre, 1894.

i detriti di tettoie e di alberi durante il ciclone di Roux in Svizzera; cioè essi formano le linee di forza elettrica.

Questa esperienza mostra che le scariche elettriche, qualunque sia la loro origine, producono un moto vorticoso nella materia che si trova nel campo elettrico e che vi si condensa.

Per determinare con maggior rigore la forma di questo movimento vorticoso, l'A. ha eseguito la esperienza seguente.

Sopra una lastra fotografica si incollano due piccoli triangoli di foglia di stagnola affacciati l'uno all'altro, e si copre la lastra di uno leggero strato di nerofumo.

Dopo la scarica, si trova una traccia bianca di 4 a 5 mm. di larghezza a margini dentellati, che va allargandosi verso il mezzo. Nella parte mediana di questa traccia, si trova un filetto costituito da nero fumo che è rimasto intatto. Lo spessore di questo filetto va diminuendo fino al centro della traccia, ove sparisce. Si può dunque considerare questo filetto come corrispondente allo spazio tranquillo che si chiama l'occhio del ciclone atmosferico. Di più, la parte bianca della traccia è solcata da curve elicoidali molto serrate, destrorse presso un polo sinistrorse presso l'altro.

Questi particolari sembrano dimostrare che la elettricità fa descrivere alle molecole una traiettoria affatto diversa da quella della luce. Infatti, quest'ultima può essere rappresentata in generale da una vite di passo invariabile, tracciata sopra una superficie cilindrica a base circolare o elittica, mentre la traiettoria del movimento elettrico può essere considerata come tracciata sopra una superficie conica, a passo variabile, e le cui spire vanno allargandosi verso il centro della traccia della scarica.

Le figure, che l'A. ha presentato all'Accademia, rappresentano la proiezione del moto vorticoso sopra un piano parallelo all'asse del movimento; egli descrive il modo di ottenere queste immagini che poi ingrandisce a mezzo della fotografia per renderne più agevole lo studio.

Non è nuova l'ipotesi dei vortici elettrici, ma finora la parte sperimentale mancava; per ciò a nessuno sfuggirà l'importanza di tali esperimenti.

U. B.

BIBLIOGRAFIA

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ÉLÉCTRICITÉ PRATIQUE

par ROCH BOULVIN.

Deuxième édition, revue et augmentée. (Bruxelles, Manceaux, éditeur).

È un elegante volume legato in tela, di 488 pagine, con 312 figure intercalate nel testo.

Il favore con cui è stata accolta la prima edizione di questo lavoro, apparsa nel 1890, ha indotto l' ing. Boulvin a farne la ristampa, mettendo il libro al corrente dei progressi fatti dalla elettrotecnica in questi ultimi quattro anni.

Mantenendosi fedele al suo titolo, il trattato è rimasto veramente elementare, ed è destinato specialmente alle persone, che, non essendo iniziate a studi speciali, desiderano acquistare delle idee fondamentali chiare e precise sulla scienza elettrica e sulle sue applicazioni industriali. Ed infatti, ciò che caratterizza il lavoro del Boulvin è una grande chiarezza d'esposizione, e la maniera originale con cui ha saputo raggruppare le diverse quistioni, e presentarle in modo semplice ed accessibile a qualsiasi classe di persone, pur conservando tutto il rigore scientifico. Le numerose figure che adornano il testo, sono tutte schematiche, e sono perciò di grande aiuto al lettore per apprendere le quistioni anche più complesse.

Il libro è diviso in 25 capitoli. Nei primi 12 sono richiamati i principî fondamentali di elettricità e magnetismo; si parla delle unità pratiche, delle pile, dei galvanometri. Altri 4 capitoli sono dedicati alle misure da gabinetto di esperimenti e da laboratorio industriale. I rimanenti capitoli trattano delle dinamo a corrente continua ed alternata, dell'illuminazione elettrica, dell'elettro chimica, della galvanoplastica, degli accumulatori, dei motori elettrici, dei trasformatori, della telegrafia e telefonia, dell'elettricità atmosferica, e dei principali sistemi di parafulmini.

I. BRUNELLI.

CONSTRUCTION DES LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES

par A. BOUSSAC, *cuors complété par* E. MASSIN.

(Paris, Gauthier-Villars et fils, éditeurs).

Un volume in-8°, di 313 pagine, con 201 figure intercalate nel testo.

Questo lavoro postumo del Boussac, ispettore generale delle Poste e dei telegrafi francesi, riassume il corso di costruzioni da lui insegnato per 14 anni alla Scuola professionale superiore di poste e telegrafi, ed è stato completato e pubblicato dal suo assistente Massin, ingegnere nell' amministrazione stessa.

Il corso comprende 25 lezioni. Le prime 5 sono dedicate ai pali di legno, che oggidì costituiscono il sostegno quasi esclusivamente adoperato per le linee aeree, alla scelta del legname, alle diverse cause di alterazione cui va soggetto, ai vari sistemi adoperati per la preservazione, alla descrizione particolareggiata del processo Boucherie d' iniezione al solfato di rame.

Nelle due lezioni seguenti si parla degli sforzi cui sono soggetti i fili ed i pali; altre tre lezioni sono consacrate allo studio degli isolatori e dei fili di ferro e di bronzo.

Terminata così la descrizione dei materiali da costruzione, viene la parte teorica, e le diverse quistioni relative alla catenaria, alla freccia, alla portata, alla tensione dei fili, vengono successivamente trattate nelle lezioni 11-13. Le lezioni 14-22 sono dedicate alle operazioni pratiche, dal tracciato della linea alla posa del filo e all'entrata negli uffici; ma soltanto due pagine sono dedicate ai circuiti telefonici interurbani ed al modo di premunirsi contro l' induzione dei fili telegrafici, mentre l' importanza dell'argomento avrebbe, secondo noi, richiesto uno sviluppo molto maggiore.

La lezione 23ª tratta dei pali e delle mensole metalliche; la 24ª, delle reti telefoniche urbane, ed infine, l'ultima lezione, della manutenzione delle linee e dei depositi dei materiali.

Come si vede da questo rapido sommario, tutte le quistioni relative alla costruzione ed alla manutenzione delle linee aeree sono ampiamente trattate. Il libro di Boussac e Massin è il lavoro più completo che sia stato scritto fino ad ora su tale argomento, e costituisce una guida preziosa, tanto per i telegrafisti, a cui è principalmente destinato, quanto per quelli che debbono occuparsi della costruzione di linee elettriche aeree per illuminazione o per trasporto di forza.

I. BRUNELLI.

CRONACA E VARIETÀ.

Concorso a premio. — Il municipio di Spoleto (Umbria) ha aperto un concorso per un progetto di luce elettrica e trasporto di forza motrice. Lo studio deve essere presentato entro il termine di sei mesi. Havvi un premio di mille lire. Per maggiori spiegazioni rivolgersi all'ingegnere municipale Pompeo Bresadola.

La trazione elettrica a Brescia. — Come abbiamo annunciato nello scorso numero, diamo in altra parte del Giornale una estesa relazione sull'impianto dell'illuminazione elettrica di Brescia. Registriamo ora con piacere che quel Municipio ha già ricevuto una domanda di concessione per la costruzione e l'esercizio di una estesa rete di tramvie a trazione elettrica, che completerebbe la rete esistente di tramvie a cavalli e riunirebbe al centro le parti più lontane della città, finora sprovviste di mezzi di comunicazione.

L'illuminazione pubblica di Torino. — L'illuminazione elettrica stradale di Torino comprende presentemente 270 lampade ad arco, di cui 155 da 9,6 ampere e 155 da 6,8 A.

Le industrie elettriche di Val d'Aosta. — L'ing. Azari di Milano sta studiando un progetto veramente grandioso, che per il bene e per l'onore del nostro paese ci auguriamo possa essere ben presto realizzato. Si tratterebbe di utilizzare a Lillianes e a Pont-Saint-Martin due cadute dell'altezza di 250 metri ciascuna, mediante una derivazione del fiume Lys, affluente dalla Dora Baltea, che è perennemente alimentato dai ghiacciai del Monte Rosa. La forza disponibile sarebbe di circa 7000 cavalli e trasformata in energia elettrica verrebbe distribuita per usi industriali nella vallata di Gressony, a Pont-Saint-Martin, Donnaz, Ivrea, Biella, ecc.

La luce elettrica a Sortino. — L'ingegnere F. Griffo di Giovanni ha ottenuto la concessione per 40 anni dal comune di Sortino (Siracusa) per l' illuminazione elettrica pubblica e privata del paese. Il comune concorre con la somma annua di 6000 lire. La forza motrice occorrente di 42 cavalli circa è fornita dalla cascata detta della Bottiglieria.

Pali telegrafici di carta. — Una casa industriale di New-York costruisce dei pali di carta per le linee telegrafiche e telefoniche.

La carta ridotta in poltiglia e mista a borace ed a sego viene sottoposta a pressione in apposite forme. Il palo internamente è cavo per tutta la sua lunghezza.

Telefonia internazionale. — Madrid e Parigi saranno quanto prima riunite telefonicamente. La linea è già costruita da Madrid fino a Saragossa e da Parigi a Tarbes.

Il telefono nell'esercito tedesco. — Un esperimento militare molto interessante ebbe luogo nello scorso mese fra Berlino e Potsdam: due pattuglie di cavalleria, ciascuna composta di un ufficiale degli Ulani e di due sottufficiali, partendo l'una da Berlino, l'altra da Potsdam, riunirono telefonicamente queste due città mediante una linea provvisoria posata durante la marcia.

Ogni pattuglia era fornita di un apparato telefonico completo, portato da uno dei sottufficiali, e di una certa provvista di filo d'acciaio avvolto in bobine di un chilometro l'una. Attaccato uno dei capi del filo al circuito telefonico della città, la bobina veniva posta su un arcolaio in modo che il filo potesse liberamente svolgersi all'avanzarsi del cavallo: l'altro sottufficiale correva dietro al primo e con una specie di forcella fissata in cima alla lancia prendeva il filo e lo gettava sui rami più alti degli alberi che fiancheggiavano la strada. Finita una bobina, si fermavano, attaccavano il telefono e mandavano un segnale di cornetta al punto di partenza, ricevendone in risposta un segnale simile. Attaccavano allora un'altra bobina, e così via. L'ufficiale correva avanti a scegliere la strada che meglio si prestasse per la disposizione degli alberi; i due sottufficiali venivano dietro alla distanza di circa 30 passi l'uno dall'altro.

Le due pattuglie s'incontrarono a Teltow; riunite le due estremità dei fili si potè scambiare una conversazione eccellente fra Berlino e Potsdam. La posa di 30 chilometri di circuito non richiese più di 4 ore.

Torpediniera di alluminio. — La casa inglese Yarrow e C., ha costruito per commissione del governo francese una torpediniera di 2ª classe, di 30 metri di lunghezza, il cui scafo è fatto con una lega di 94 °|₀ di alluminio e 6 °|₀ di rame.

Confrontando questa con una torpediniera dello stesso tipo a scafo d'acciaio, si ha che con uno spessore di lamiera più grosso del 25 °|₀, lo scafo pesa circa metà della metà, e come conseguenza di questa maggiore leggierezza si è raggiunta una velocità di nodi 20 $\frac{1}{2}$ all'ora, invece di 17. Il costo totale dell'alluminio impiegato nello scafo è di circa L. 25,000.

Scuola elettrotecnica militare russa. — Per ordine dell'imperatore di Russia, è stata creata in Pietroburgo una scuola elettrotecnica militare, che ha per iscopo:

1° di preparare degli ufficiali del genio all'esercizio delle funzioni speciali, che richiedono l'uso dell'elettricità;

2° di formare degli istruttori per i soldati del genio;

3° di studiare le scoperte e le invenzioni nel campo della elettrotecnica, che possono essere applicate al servizio militare, sia per il servizio delle mine e degli esplosivi, sia per il servizio telegrafico.

La scuola sarà diretta da ufficiali del genio; i corsi avranno la durata di due anni e vi interverranno 35 ufficiali del genio per corso. Essi non potranno essere ammessi alla scuola che dopo aver servito almeno un anno nel corpo del genio.

Vetture elettriche stradali. — Per le vie di Chicago circolano delle vetture di piazza elettriche. Funzionano con batterie d'accumulatori di 200 ampora e camminano con una velocità dai 15 ai 20 chilometri all'ora.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

RIVOIRA G. T.: *Appunti di elettrotecnica - Sedute della Associazione Britannica in Oxford.* — Roma, Tipografia Elzeviriana, 1894.

BRESADOLA ing. POMPEO: *Illuminazione elettrica e forza motrice per la città di Spoleto.* — Spoleto, Tipografia dell'Umbria, 1894.

FOLGHERAITER dott. GIUSEPPE: *Origine del magnetismo nelle roccie vulcaniche del Lazio.* — Roma, 1894.

ARNÒ ing. RICCARDO: *Sull'impiego dell'elettrometro a quadranti come strumento differenziale.* — Roma, 1894.

PAGLIANI prof. STEFANO: *Sopra due apparecchi teletachimetrici.* — Palermo, 1894.

CANTONE dott. M.: *Sull'attrito interno del nichel.* — Roma, 1894.

KRATZERT ing. HEINRICH: *Grundriss der Elektrotechnik* - II. Theil.

Trasformatoren, Akkumulatoren, Elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Eisenbahnen.

Mit 281 Abbildungen - Franz Deuticke Ver. — Leipzig und Wien, 1895.

Dott. A. BANTI, *Direttore responsabile.*

L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

Questo periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

L'associazione è obbligatoria per un anno ed ha principio sempre col 1° gennaio. — L'abbonamento s'intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto dall'abbonato entro ottobre.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All'ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

			pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un	trimestre	L.	120	65	35	20
Id.	semestre	»	200	120	65	35
Id.	anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista,* Via Panisperna, 193.

ANNO III. — 1° Dicembre 1894 — NUM. 13.

L'ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

Direttori:

DOTT. ANGELO BANTI — DOTT. ITALO BRUNELLI

PREZZI D'ABBONAMENTO ANNUO:

Italia: L. 10 — Unione postale: L. 12

DIREZIONE ED AMMINISTRAZIONE: *Via Panisperna,* 1..

ROMA.

SOMMARIO

ROMA

TIPOGRAFIA ELZEVIRIANA

di Adelaide ved. Pateras.

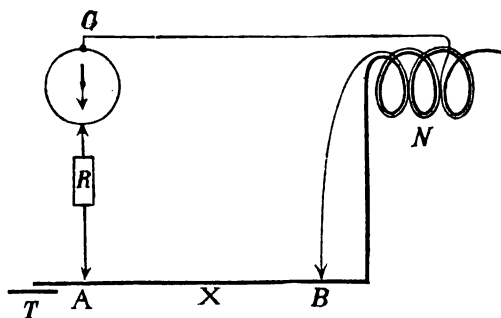
1894

Un fascicolo separato L. 1.

UN METODO SEMPLICE

PER LE MISURE DELLE RESISTENZE PICCOLISSIME.

La seguente disposizione per la misura delle piccole resistenze mi pare possa riuscire di pratica utilità perchè, consentendo una sensibilità e precisione non inferiori a quelle di qualunque metodo fondato sull' azione differenziale di due rocchetti su di un ago calamitato, non richiede nè apparecchi speciali difficili a regolarsi, nè fili calibrati.

Sia X la resistenza da misurare (v. fig.); la corrente che l'attraversa circoli anche per il rocchetto di poche spire di filo grosso N, posto in vicinanza del galvanometro G. Il galvanometro sia posto in derivazione agli estremi A, B della resistenza da misurare e il suo circuito comprenda una cassetta di resistenza R ed alcune spire di filo avvolte sul rocchetto N. Queste spire sieno eguali in numero ed egualmente disposte che le spire di filo grosso attraversato dalla corrente principale. Le connessioni sieno fatte in modo che l'azione sull'ago della spirale principale di N sia contraria a quella delle spirali del galvanometro; l'azione della spirale compensatrice in N sia contraria a quella della principale e quindi cospirante con quella del galvanometro.

Si vari il valore della resistenza al reostata R finchè aprendo e chiudendo il circuito principale in T l'ago conservi la sua posizione di zero e sieno rispettimente I ed i le intensità della corrente nel circuito principale e nel derivato e, quindi, $I - i$ nella resistenza da misurare.

Indichiamo rispettivamente con K e K_1 i momenti esercitati sull'ago calamitato dalla spirale del galvanometro e dalla spirale principale di N, quando sieno attraversate dall'unità di corrente; sarà K_1 anche il momento unitario della spirale compensatrice di N, formata identicamente alla spirale principale, e perchè si abbia l'equilibrio dovrà essere

$$Ki = K_1 I - K_1 i.$$

E se e è la differenza di potenziale agli estremi della resistenza da misurare ed r la resistenza del circuito derivato, compreso il galvanometro, sarà

$$K \frac{e}{r} = K_1 (I - i);$$

da cui:

$$\frac{e}{I - i} = X = \frac{K_1}{K} r = C r.$$

Con una esperienza preliminare sarà facile determinare il valore di C sostituendo ad X una resistenza campione.

Allontanando o ruotando il rocchetto N la costante C potrà esser resa molto piccola; sarà quindi molto grande il valore di r rispetto ad X e saranno così rese apprezzabili anche le resistenze piccolissime.

Il reostata R può esser graduato in unità arbitrarie purchè nelle stesse unità sia espressa la resistenza del galvanometro.

L'approssimazione che si può ottenere dipende dalla sensibilità del galvanometro, dall'intensità della corrente che attraversa la resistenza e dal valore di C.

Il momento di rotazione risultante sull'ago dall'azione delle tre spirali è

$$M = K i - K_1 (I - i) = (K + K_1) \frac{e}{r} - K_1 I;$$

differenziando rispetto ad r, ritenendo I costante, si ha

$$d M = -(K + K_1) \frac{e}{r} \frac{dr}{r}.$$

Ma nella posizione d'equilibrio è

$$(K + K_1) \frac{e}{r} = K_1 I$$

per cui, in valore assoluto,

$$d M = K_1 I \frac{dr}{r}.$$

Sia $d i$ la minima intensità di corrente che lanciata nel galvanometro dà una deviazione apprezzabile; il momento corrispondente sarà

$$(K + K_1) d i$$

e perchè la variazione $d r$ sia sentita dal galvanometro, dovrà essere

$$K_1 I \frac{dr}{r} = (K + K_1) d i$$

da cui

$$\frac{dr}{r} = \frac{1 + C}{C} \frac{d i}{I};$$

e poichè è

$$\frac{dr}{r} = \frac{d X}{X},$$

e C, nel caso di X molto piccolo, è piccolissimo rispetto all'unità, si può assumere per espressione dell'errore relativo

$$\frac{d X}{X} = \frac{d i}{C I}.$$

Il limite delle resistenze misurabili è dato dalla resistenza del galvanometro e della spirale compensatrice moltiplicata per il coefficiente C. Conviene perciò che il galvanometro sia di piccola resistenza. Se esso fosse di grande sensibilità e grande resistenza, potrebbe essere impiegato munito di shunt, nel qual caso la relazione fra la resistenza da misurare e quella di confronto diventa

$$X = n \frac{K_1}{K} \left(R + \frac{g}{n} \right),$$

essendo n il potere riduttore dello shunt, e g la resistenza del galvanometro.

Se il galvanometro è munito di shunt, possono essere confrontate delle resistenze molto diverse fra loro senza che R debba aver dei valori praticamente troppo grandi.

L'errore relativo è indipendente dal potere riduttore dello shunt.

Riferirò come applicazione del metodo il campionamento di una resistenza per forti intensità di corrente del modello di Uppenborn, costruita dall'Edelmann di Monaco (1).

Il galvanometro impiegato è del modello di Wiedemann; la sua resistenza è di 8 ohm ed è munito di shunt riduttore a $\frac{1}{10}$. L'intensità di corrente che dà una deviazione percettibile ($\frac{1}{4}$ di divisione della scala posta a m. 2.60) è di ampere $\frac{1}{10^7}$.

Il rocchetto N, che è montato su di una slitta che scorre sulle guide stesse del galvanometro, ha due avvolgimenti identici di quattro spire ciascuno; uno di questi avvolgimenti è quello che vien percorso dalla corrente principale, l'altro forma la spirale compensatrice.

Il reostata R è una cassetta di Siemens di Berlino; la resistenza totale è di 4000 ohm, l'ultima suddivisione è di $\frac{1}{10}$ di ohm.

In tali condizioni se il campione che si possiede è di 1 ohm, il minimo valore di C che si può avere, servendosi dello shunt, è $\frac{1}{40000}$ e si possono misurare resistenze fino a

$$\frac{8}{40000} \omega = 0{,}0002 \text{ ohm},$$

con l'approssimazione di

$$\frac{4 \cdot 10^4}{10^7 I} = \frac{4}{1000 I}$$

ricorrendo all'interpolazione per le ultime cifre.

Se il campione che si possiede è $\frac{1}{10} \omega$, C potrà esser eguale a $\frac{8}{400000}$ e potrà esser valutata una resistenza di 0,00002 di ohm con l'approssimazione di $\frac{4}{100 I}$, e finalmente se il campione è di $\frac{1}{100} \omega$ possono esser misurate resistenze fino a 0,000002 di ohm con l'approssimazione di $\frac{1}{10 I}$.

Indicherò con i numeri successivi 1, 2.... le resistenze di $\frac{1}{100}$ di ohm che compongono le resistenze di Uppenborn, con P la loro disposizione in parallelo, con S quella in serie, con ω l'unità campione che fu costruita dall'Elliott e riconosciuto di 0,99924 a 16°,3c. dal Comitato dell'Associazione Britannica. A 18°,5 il suo valore sarebbe di ohm legali 0,99988.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift,* aprile 1890, pag. 241.

Nella seguente tabella sono indicate le resistenze del circuito del galvanometro, necessarie ad aver l'equilibrio, corrette per le temperature.

	Shunt	*r*	Valore relativo ad *S*	Valore relativo ad ω
ω	$\frac{1}{10}$	3970		
S	1	3765	1,000	0,09460
1	1	376.2	0,09991	0,009452
2	1	378.6	0,10055	0,009512
3	1	374.1	0,09935	0,009399
4	1	374.1	0,09935	0,009399
5	1	375.7	0,09978	0,009439
6	1	380.1	0,10095	0,009550
7	1	378.1	0,10042	0,009504
8	1	377.2	0,10018	0,009477
9	1	375.9	0,09983	0,009444
10	1	380.4	0,10101	0,009553
				0,09429
P	1	37.66	0,010003	0,0009463

Le cifre approssimative sono segnate con un punto superiormente.

La differenza in più fra la somma delle resistenze parziali e quella ritrovata per *S*, si deve probabilmente attribuire alle resistenze dei blocchi di rame e dei contatti.

Dal Laboratorio di elettrotecnica della R. Marina
Spezia, novembre 1894.

Dott. L. Pasqualini.

SULLA TARATURA RAPIDA DEI CONTATORI ELETTRICI.

L'impiego ormai divenuto generale, negli impianti di distribuzione di energia elettrica, degli apparecchi che misurano i consumi fatti dagli utenti, porta di conseguenza un lavoro non indifferente per la taratura e la verifica di quegli apparecchi ed un consumo non trascurabile di corrente.

Il metodo più generalmente usato per la taratura ed il controllo è quello di installare il contatore su di un circuito del quale possano variarsi a volontà l'intensità ed il potenziale; far passare per un'ora una determinata quantità di corrente sopra una tensione data e constatare se, al termine dell'ora, l'indicazione dell'apparecchio è proporzionale alla energia consumata.

Questa operazione può con sensibile vantaggio di esattezza, e con grande economia di tempo e spesa, essere portata a durare un minuto primo soltanto.

Fra i contatori oggi più generalmente usati sono quelli nei quali la velocità di rotazione di un circuito mobile e di un disco metallico è proporzionale alla energia, oppure semplicemente alla quantità di corrente che attraversa l'apparecchio. Come è noto, il movimento rotatorio del mobile viene trasmesso ad un insieme di ruotismi dentati, in capo ai cui alberelli sono fissate delle lancette che servono ad indicare su dei quadranti graduati il numero di watt-ore o di ampere-ore che sono stati erogati attraverso il misuratore, od un multiplo o sottomultiplo di quel numero. Il rapporto fra i watt-ore o gli ampere-ore erogati ed il numero delle unità segnato dalle lancette chiamasi *la costante* dell'apparecchio, la quale va sempre determinata prima di porre il contatore in opera.

Alcuni fabbricanti usano per tutti i loro contatori, di qualunque portata essi sieno, un medesimo rapporto di ruotismi per trasmettere il movimento rotatorio del mobile alle lancette. Questo rapporto generalmente è tale che per cento giri del mobile la sfera sul quadrante delle unità si sposta di una divisione. Se allora w sono gli ettowatt-ore del circuito sul quale è montato il contatore e k è la costante di questo, $\frac{w}{k}$ rappresenta il numero di unità che il misuratore segnerà in un'ora. Il mobile facendo cento giri per ogni untà, ne farà in un'ora un numero:

$$g = 100 \frac{w}{k},$$

ed in un minuto primo:

$$g_1 = \frac{100}{60} \frac{w}{k},$$

da cui:

$$k = \frac{5}{3} \frac{w}{g_1}.$$

Ora è facilissimo di contare, con l'aiuto di un conta-secondi, il numero dei giri (raramente superiore ai 60) che il mobile fa in un minuto; W è ben noto essendo il circuito di taratura fornito di un amperometro e di un voltmetro o di un wattmetro (per le correnti alternanti); quindi k è rapidamente e con tutto rigore determinata.

Per non avere per g_1 valori non interi, basta contare un numero di giri interi, tenendo conto del tempo impiegato a compierli e cavarne il numero di giri che il mobile farebbe in 60″.

Se il misuratore è fatto per registrare degli ampere-ora, basta a $w = e \,.\, i$ sostituire semplicemente il fattore i.

Se non sono cento i giri corrispondenti al passaggio di uua divisione sul quadrante delle unità, occorre con una osservazione constatare una volta tanto quat' è quel numero.

V' hanno invece dei fabbricanti i quali conservano per tutti i loro contatori, di qualunque portata essi sieno, la costante 1; ciò equivale a cambiar rapporto di ruotismi per ogni diversa portata d'apparecchio. Anche in questo caso occorre con una osservazione preliminare appurare una volta per tutte a quante rotazioni complete del mobile corrisponde il passaggio di uno spazio sul quadrante delle unità nei contatori delle varie portate.

Supponiamo che corrisponda ad n rotazioni, allora, essendo $k = 1$, avremo per l'esperienza di un minuto l'equazione di condizione $\frac{n}{60} \frac{W}{g_1} = 1$.

Se il valore di di g_1, che si misura, soddisfa a questa espressione, occorre registrando l'apparecchio, riportarvelo.

In alcuni contatori, come i Brilliè, sta impresso sopra una delle ruote una graduazione e dinanzi alla ruota è un indice fisso. La costante di tutti i misuratori Brilliè è uguale ad 1. La loro taratura si fa servendosi della espressione:

$$1 = \frac{W}{w} \frac{n}{t}$$

che, data la costruzione di questi apparecchi, è verificata quand'essi sieno esattamente tarati. In quella espressione: n rappresenta il numero delle divisioni impresse sulla ruota che passano dinanzi all'indice fisso in un tempo t, espresso in secondi; w il numero dei watt coi quali si fa la prova; W il massimo numero di watt pel quale fu costrutto l'apparecchio e che sta impresso sull'apparecchio medesimo.

È facile di qui il vedere che quando si faccia la prova colla portata massima, cioè con $w = W$, passerà una divisione ogni minuto secondo, perchè allora deve essere $n = t$. Ciò mostra che l'osservazione può durare anche meno di un minuto primo senza togliere nulla alla sua esattezza.

Pei contatori Aron la cosa è un po' meno semplice. Il dato comune a tutti questi apparecchi è che lasciando camminare uno solo dei pendoli, per ogni *14,4* oscillazioni semplici di questo, la sfera sul quadrante delle unità percorre una divisione. Allora, dopo avere registrato o reso i due pendoli perfettamente sincroni, si conta il numero n di oscillazioni che essi fanno in un minuto primo. Arrestato il pendolo che non porta il magnete, e lanciata nell'apparecchio una corrente i si conta il numero n_1 di oscillazioni semplici fatte dal pendolo in un minuto primo. In questa ultima misura la sfera delle unità avrà percorso $\frac{n_1}{14{,}4}$ divisioni. Se anche l'altro pendolo avesse oscillato, essa ne avrebbe percorse solo $\frac{n_1 - n}{14{,}4}$.

Ora se K è la costante del misuratore, $\frac{i}{K}$ rappresenta il numero di unità segnate dalla sfera in un'ora e quindi $\frac{i}{60\,K}$ è il numero di quelle che vengono segnate dopo un minuto e possiamo quindi scrivere

$$\frac{n_1 - n}{14{,}4} = \frac{i}{60\,K} \text{ da cui } K = \frac{3{,}6\,i}{15\,(n_1 - n)}\,.$$

Come si vede tutti i metodi sopra esposti partono da un unico principio e cioè, che occorre constatare quale relazione lega fra loro il movimento della parte mobile del contatore collo spostamento delle sfere sui quadranti graduati, relazione che deve essere fissata ed è indipendente dalla natura elettrica dell'istrumento.

Per volere esaminare se la costante dei contatori pei diversi carichi di consumo dell'utente rimane sempre la stessa, bisognerà nel gabinetto di prova far variare a piacimento gli elementi elettrici e stabilire delle relazioni come le precedenti nelle quali la costante figura come incognita, oppure entra come termine di condizione per la esistenza della relazione medesima.

Si può infine osservare che queste verifiche possono effettuarsi, come del resto già avvertimmo, nell'ipotesi che sia dato di poter leggere il numero dei giri fatti dal mobile in un minuto primo.

Ing. Luigi Cauro.

SULL'USO DELLE BATTERIE DI ACCUMULATORI

NEGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.

(Continuazione e fine, vedi pag. 281).

7. — Da questi esempi di recenti impianti di trazione col sistema degli accumulatori fissi e dall'insieme delle discussioni che hanno provocato fra gli elettrotecnici appare evidente come tale sistema vada ora facendo progressi nell'opinione generale, e come sia già prevedibile pel medesimo una vasta diffusione.

I vantaggi da esso consentiti appaiono ad evidenza riflettendo sulle condizioni particolari che si presentano negli impianti di trazione elettrica.

Se per un'officina generatrice di energia per uno scopo qualunque si costruisce un diagramma della forza motrice che essa è chiamata a fornire, ossia, come suol dirsi, del *carico*, si trova che questo quasi mai si mantiene costante ma oscilla più o meno intorno al suo valor medio; e le oscillazioni che compie possono essere di varia natura, ed esercitare quindi diversa influenza sul funzionamento dell'officina.

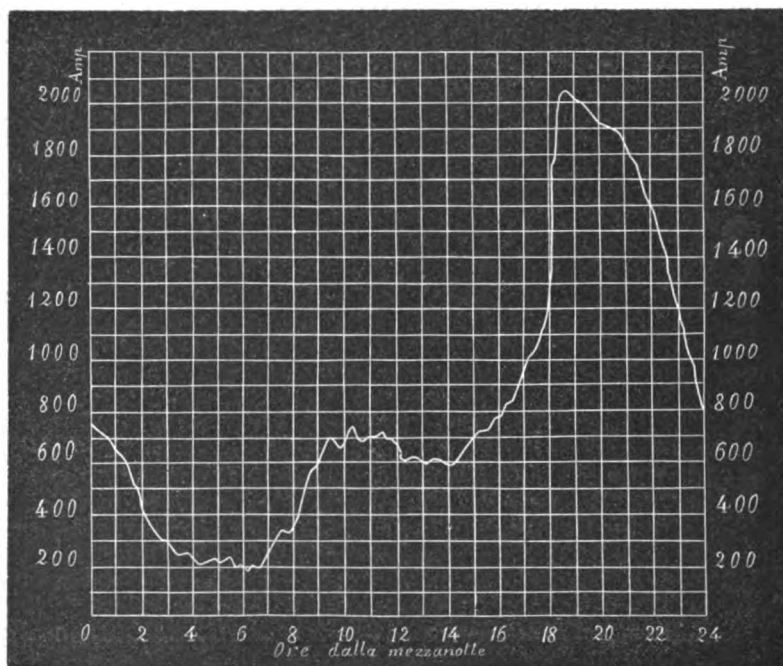



Fig. 2.

Diagramma del carico a una stazione elettrica della Edison Co. a New-York preso il 30 settembre 1893.

In genere queste oscillazioni si possono dividere più o meno approssimativamente in due categorie. Osservando un diagramma come quello della figura 2, preso ad una stazione di luce elettrica (1) durante 24 ore, distinguiamo subito una serie di oscillazioni rapide, minute e irregolari che si seguono incessantemente e dànno alla linea del diagramma l'aspetto di uno zig-zag; accompagnate poi da variazioni di altra natura, più ampie e più regolari, per effetto delle quali la detta linea si avvicina e si allontana dall'asse. trasportando con sè tutte le sue dentellature. Alle prime oscillazioni si dà il nome di *fluttuazioni* per distinguerle dalle seconde che si dicono *variazioni primarie*. Naturalmente è questa una distinzione un po' convenzionale e alquanto incerta; ma

(1) Le ordinate di questo rappresentano le intensità della corrente; ma per essere la f. e. m. costante sono proporzionali ai valori del carico.

praticamente però molto proficua; si può precisarla meglio dicendo che le variazioni primarie sono i cambiamenti nel valor medio del carico preso per un certo intervallo di tempo; mentre le fluttuazioni sono le oscillazioni del valore istantaneo intorno al valor medio.

8. — L'andamento delle une e delle altre non suole in genere discostarsi gran fatto da quello del caso citato; tuttavia per effetto di circostanze anormali tale andamento può trovarsi profondamente alterato in alcuni casi particolari. Fra questi casi è quello della generazione di forza motrice per trazione da stazioni fisse.

Un confronto fra il diagramma precedente e quello della fig. 3, preso in un'offi-

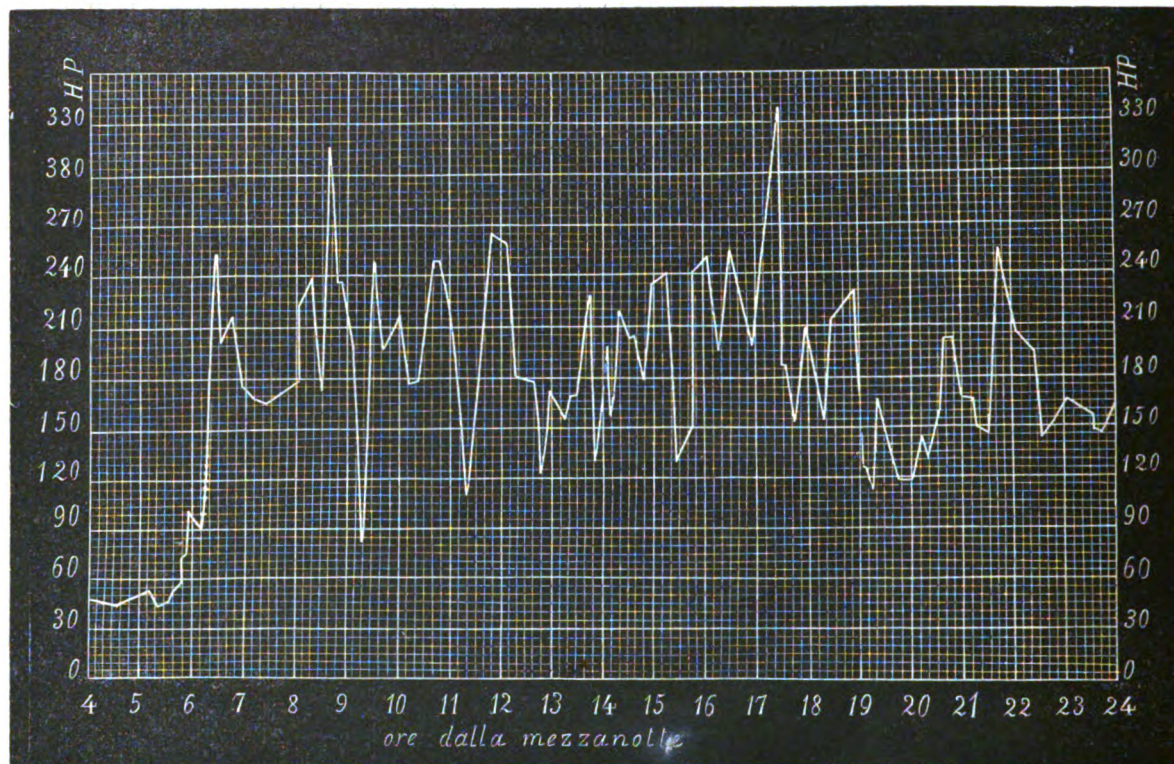



Fig. 3.

Diagramma del carico a una officina motrice per trazione elettrica.

cina motrice di tramvie elettriche, e che può assumersi come tipico, mette subito in rilievo la natura delle anomalie proprie agli impianti di trazione.

Mentre normalmente le fluttuazioni momentanee del carico sono poco sensibili in confronto alle variazioni primarie, qui al contrario le seconde si riducono ad avere un'importanza subordinata, e non sono queste ma le fluttuazioni momentanee che dànno le più forti oscillazioni del diagramma.

L'entità delle fluttuazioni medesime raggiunge un grado straordinario; subitaneo il loro apparire, rapida e incessante la loro alternativa successione e soprattutto notevole la loro violenza; e tanto più risulta ciò evidente se in luogo del diagramma precedente si osserva quello della fig. 4, che si estende per un intervallo di soli dieci minuti, e in cui quindi, a differenza dell'altro, poterono essere rappresentate anche le

fluttuazioni di breve durata, che sono le più intense (1). Quantunque nemmeno questo diagramma sia per tale riguardo completo, le irregolarità di esso sono tanto pronunziate che non sono necessarie spiegazioni: basta notare come nonostante che cinque vetture fossero in attività sulla linea, la potenza media non supera un terzo della massima.

9. — I due casi tolti ad esempio non hanno nulla di eccezionale, ma riflettono le condizioni medie a cui si trovano esposte tutte le officine motrici per trazione; e non può essere diversamente, data la natura del lavoro che queste sono chiamate a fornire.

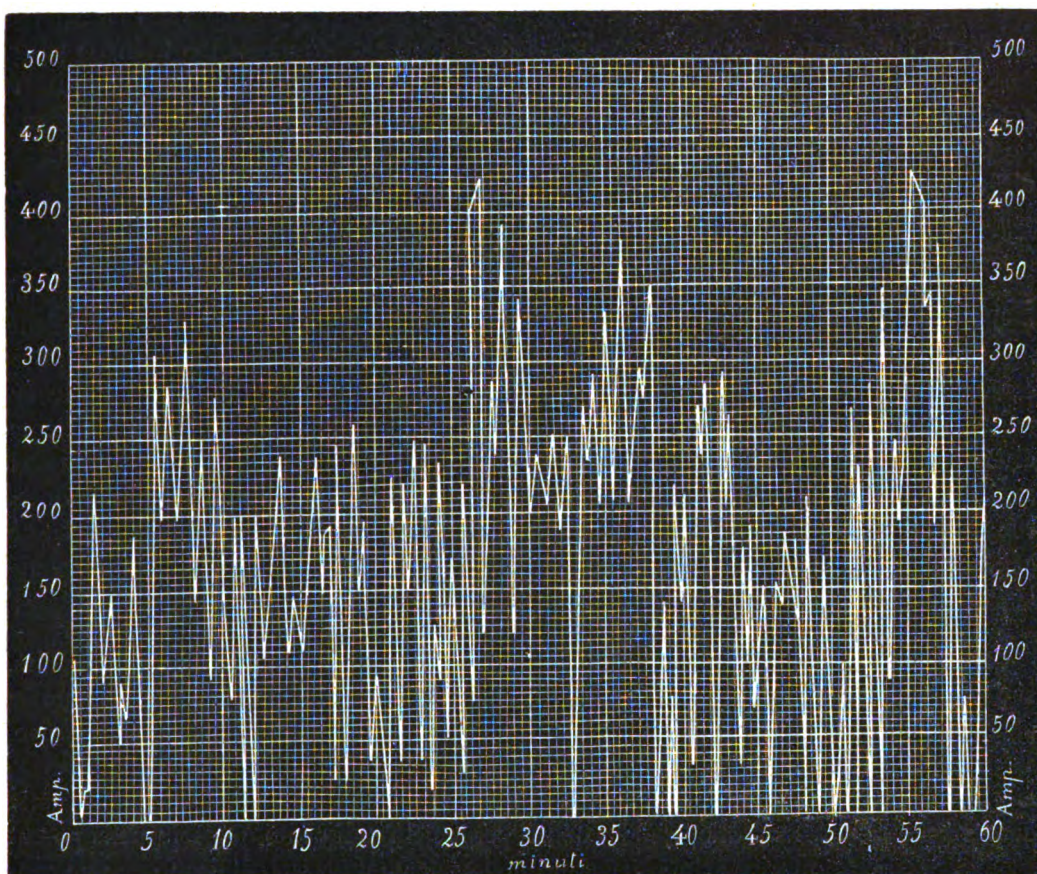



Fig. 4.

Diagramma del carico alla officina motrice delle tramvie elettriche di Leeds durante un'ora di servizio.

Su una rete qualunque di tramvie elettriche, le variazioni primarie del carico sono dovute unicamente a variazioni nel numero delle vetture in servizio; esse si riducono quindi in generale a una sospensione totale o parziale per alcune ore della notte, a una diminuzione di lavoro nelle prime e ultime ore della giornata, e a un accrescimento in giorni festivi e simili circostanze; l'entità delle medesime non è quindi mai

(1) Anche in questo diagramma che togliamo dal Reckenzaun le ordinate rappresentano le intensità di corrente; siccome il potenziale può essere stato alquanto perturbato dal suo valore normale di 500 volt, così le medesime non sono proporzionali esattamente alla potenza sviluppata, bensì a quella che sarebbe occorsa per mantenere il potenziale costante.

*

molto grande e la loro durata ristretta, e si può così ritenere che per la maggior parte del tempo in cui una rete funziona, il carico medio si mantiene costante al pari del numero di vetture in servizio, e in tal caso fra le oscillazioni della forza motrice richiesta dalle diverse vetture, si stabilisce *in media* un compenso.

Ma se dalle medie passiamo ai valori istantanei del carico, troviamo un risultato ben diverso. Gli esperimenti fatti da Reckenzaun, Crosby, Field, ecc., provano che la potenza media richiesta da una vettura di tramvia in corsa, si mantiene generalmente intorno ai 10 cavalli, e includendo le fermate, a 6 o 7 cavalli. Invece la potenza massima richiesta momentaneamente sale anche a 70 cav., e quella occorrente ad ogni messa in moto in piano a circa 50 cav. (calcolando anche la perdita nei reostati).

Se teniamo conto che le vetture di tramvia in una città popolosa devono fermarsi e rimettersi in moto 10 o 20 volte per chilometro, e pensiamo quante volte il binario passa da rettifilo a curva, da salita a discesa, comprenderemo come dev'essere irregolare il diagramma del carico che una vettura assorbe dall'officina motrice

Sovrapponendo tanti di questi diagrammi quante sono le vetture sulla linea, si ha il diagramma totale del carico all'officina.

E se si lasciano da parte i casi speciali in cui è possibile stabilire un orario fisso di percorrenza, bisogna far conto che tutti quei singoli diagrammi non abbiano andamento fisso e che si sovrappongano in modo casuale. Siccome gli alti e bassi dei vari diagrammi non si corrispondono sempre fra loro, ne viene che in quello risultante la frequenza delle fluttuazioni cresce col numero N delle vetture, pur crescendo anche la loro ampiezza. Siccome però, per legge di probabilità, quest'ampiezza non cresce come N, bensì più lentamente, mentre il valore del carico medio gli è proporzionale, ne segue che il coefficiente di carico (*load factor*) dell'officina, cioè il rapporto θ fra il carico medio e il massimo si avvicina tanto più all'unità, quanto più grande è il numero delle vetture in servizio. Si constata che nella media dei casi pratici, quando $N = 5$, il coefficiente di carico relativo alle fluttuazioni è compreso fra 0,25 e 0.35, per $N = 25$ o 30, θ si avvicina a 0.50 e solamente per N superiore a 100, θ può salire fino a 0.60 o 0.70. (1)

10. — In qualunque officina motrice in cui il coefficiente di carico è diverso dall'unità, si devono adottare disposizioni tali che permettano di proporzionare ad ogni istante la potenza sviluppata a quella richiesta. Per ciò che riguarda le variazioni primarie del carico, si usa provvedere, allorchè acquistano una certa importanza, suddividendo la forza motrice totale in un certo numero di unità di cui si tengono di volta in volta in funzione tante quante sono richieste. Così operando, non si perde nel rendimento, ma solo nella potenzialità dell'officina motrice, che rimane incompletamente utilizzata. Il danno che ne consegue negli impianti di trazione elettrica non suole essere molto rilevante, attesa la entità non grande delle variazioni primarie del carico.

Ben altro è l'effetto delle fluttuazioni momentanee. Anzitutto, attesa la loro intensità che in un impianto di media estensione fa discendere il coefficiente di carico sino al 30 o 35 per cento, hanno anch'esse un'influenza nociva, e questa volta considerevole, sulla utilizzazione del materiale d'impianto. Quando l'officina motrice deve avere una capacità sufficiente per sviluppare una potenza tre volte superiore a quella media che in realtà è chiamata a fornire, almeno il 50 per cento del capitale speso nelle dinamo, motrici, caldaie, ecc. (e anche, di conseguenza, nelle condutture principali) viene

(1) Teoricamente, dovrebb'essere l'ampiezza delle fluttuazioni proporzionale a $\sqrt{N}$, e quindi si avrebbe $\theta = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{N'} + K}$, dove K può ritenersi uguale a 6.

a trovarsi inutilizzato. Ossia per effetto delle fluttuazioni il costo della maggior parte dell'impianto si eleva al doppio di quanto sarebbe altrimenti necessario.

Ma gli effetti nocivi non si limitano qui: se le fluttuazioni avvenissero in modo graduale e regolare, si potrebbe accompagnarle alterando il numero delle unità motrici, come si fa per le variazioni primarie, e conservare almeno un rendimento elevato. Ma le fluttuazioni si seguono così rapide e si presentano così subitanee, da escludere la più lontana possibilità di far questo; onde la necessità di lasciare in attività continua l'intero macchinario occorrente a generare la potenza massima per non ricavarne che una potenza media assai minore. Ora è noto quale influenza considerevole abbiano le oscillazioni del carico sul rendimento di una macchina qualunque; si pensi quindi quale dovrà essere il rendimento di un impianto di macchine che lavorano con una potenza media inferiore alla metà della normale, e che periodicamente si trovano talvolta sovraccaricate del 30 o del 40 % sopra questa, tal altra girano a vuoto per qualche minuto.

Oltre a far funzionare le macchine in cattive condizioni di rendimento, la presenza delle fluttuazioni restringe poi molto la scelta delle medesime, obbligando a usare tipi meno economici e meno perfetti. Le distribuzioni Corliss e simili restano escluse, (salvo, beninteso, negli impianti di grandissima estensione), perchè non si prestano bene a variare la potenza molto al disopra del valore normale; specialmente poi negli impianti piccoli è necessario ricorrere a motrici a gran velocità non solo perchè hanno masse meno pesanti in movimento, ma perchè si lasciano perturbare più difficilmente dalle variazioni subite di carico; e le motrici a gran velocità sogliono consumare più vapore delle altre. Persino l'uso delle turbine, che talvolta sarebbe tanto economico, si trova spesso proscritto, data la lentezza maggiore con cui sogliono agire i regolatori idraulici.

11. — E per seguire la rapidità delle fluttuazioni occorrono davvero regolatori di grande prontezza; si ha solo un'idea adeguata di questa rapidità osservando un diagramma di un apparecchio registratore come quello riportato nel Cap. VI del noto trattato di Crosby e Bell.; ivi nell'intervallo di 10 minuti figurano non meno di 50 variazioni subitanee di 50 o di 100 cav. nella forza motrice, il cui valor medio non supera 60 cavalli. In tali condizioni non si possono certo evitare forti oscillazioni di velocità nelle macchine, a meno di usare volani molto potenti; e si suole infatti negli impianti di trazione tenere 5000 kg. di massa volante per ogni 100 cav. di potenza nominale delle motrici. L'uso di questi volani così poderosi e giranti a gran velocità non è senza inconvenienti; anzitutto per l'attrito notevole che portano con sè; poi per il pericolo non remoto che vadano in pezzi, sotto l'azione delle forti scosse a cui sono soggetti; accidenti di questo genere purtroppo non sono rari negli impianti di trazione, e sono quasi sempre seguiti da conseguenze disastrose. (1)

E con tutto ciò non si riescono a impedire variazioni notevoli nella velocità delle macchine, e quindi nel potenziale della linea; quando succede un aumento improvviso di carico, l'azione del regolatore non segue che un po' dopo, e certe volte, quando si è manifestata, il carico è sceso di nuovo a un valore basso, onde la tendenza, prima a una diminuzione di velocità e poi ad un aumento fuor di misura; tendenza i cui effetti nessun volano può far sparire del tutto.

Così è che le fluttuazioni del carico sulla linea della City e South R'y di Londra fanno continuamente oscillare la f. e m. fra 370 e 520 volt, nonostante l'avvolgimento

(1) V. l'*Electrical World* del 20 ottobre 1894.

in compound dei generatori; e lo stesso si nota in altri impianti similari, mentre ricordiamo che sulle reti di illuminazione elettrica si riesce a mantenere la f. e. m. costante nell'uno e nel due per cento del suo valore.

Queste oscillazioni di velocità congiunte con le violente variazioni degli sforzi trasmessi cimentano aspramente la resistenza di tutti gli organi delle macchine, i quali non resistono se non a patto di eccezionale robustezza; così è che le motrici a vapore e le dinamo per trazione elettrica devono essere costrutte espressamente a tale scopo, e costano quindi più delle altre; oltre di che, il maggior peso e necessaria maggior semplicità nei meccanismi ne rendono il funzionamento sempre meno economico.

Nè si creda con ciò di poter evitare i guasti nell'impianto; per quante precauzioni si tengano, è frequente il pericolo di rotture più o meno gravi nei meccanismi, fughe di elettricità, fusioni di fili conduttori, o per lo meno di valvole; quindi spese particolari di manutenzione, necessità di vigilanza speciale, e qualche volta anche interruzioni di esercizio. Il deprezzamento poi di tutto l'impianto motore funzionante in condizioni così cattive, è più rapido dell'ordinario, e per il maggior costo iniziale dell'impianto stesso viene ad avere un'importanza ancora più rilevante.

12. — Ora è per eliminare tutta questa lunga serie di effetti nocivi che fu proposta prima da Van Vloten, e poi sostenuta da Reckenzaun, l'adozione degli accumulatori nelle officine motrici.

Se in parallelo alle dinamo generatrici di un impianto di trazione si dispone una batteria di accumulatori, di resistenza abbastanza piccola, questa prende sopra di sè le fluttuazioni del carico, assorbendo e sviluppando lavoro successivamente, mentre la dinamo non è chiamata più che a generare una corrente costante.

Sparite così le fluttuazioni del carico sull'intero macchinario, ne spariscono i conseguenti danni; dinamo, motrici e caldaie funzionano di continuo a pieno carico; il rendimento raggiunge la cifra più elevata possibile; l'utilizzazione dell'impianto è completa, non esigendosi dalle macchine che una potenza corrispondente al carico medio nell'officina; infine l'esercizio è tranquillo e sicuro, remoti i pericoli d'interruzioni, evitata la necessità dei volani, diminuito il deprezzamento delle macchine, la spesa di sorveglianza e simili.

L'entità di questi effetti varia da caso a caso; è solo ad ogni modo in impianti vastissimi, dove le vetture in servizio simultaneo si contino a centinaia, che questa potrebbe essere poco rilevante. Invece in impianti di moderata estensione, con un coefficiente di carico di 0.30 e 0.40, il costo delle dinamo, motrici e caldaie sarebbe ridotto all'incirca della metà con l'uso degli accumulatori; e il rapporto fra il lavoro indicato delle motrici e l'energia sviluppata ai poli delle dinamo, salirebbe dal valore di 0.60, o 0.65, che si osserva negli impianti esistenti, a quello di 0.85, che è consentito dall'uso delle migliori dinamo e macchine a vapore; oltre poi il minor consumo di vapore e di carbone per cavallo-ora indicato, e che è difficile stimare.

13. — Agli accennati vantaggi si contrappongono il costo iniziale, deprezzamento e manutenzione della batteria d'accumulatori, e la perdita di energia che vi si verifica.

Per ciò che riguarda quest'ultima, osserveremo che solo un quarto o un quinto del lavoro totale passa nella batteria, onde se anche di questa frazione non si ricuperasse che il 25 per cento, il rendimento totale della stazione sarebbe poco influenzato.

Quanto al costo della batteria, è evidente che se a questa si richiede solo di livellare le fluttuazioni, attesa la loro durata minima e il loro succedersi alternativo, in

nessun momento la quantità di energia da tenersi immagazzinata si eleva in modo apprezzabile; quindi la capacità di accumulazione richiesta è insignificante. Ne segue che il costo iniziale della batteria può discendere finchè lo consente la condizione di potere sviluppare, sia pure per un momento, la corrente massima che occorre.

Reckenzaun insegnò già come si possa soddisfarvi con poca spesa componendo gli accumulatori con lastre di piombo sottili e molto estese, preparate superficialmente col metodo Plantè. Forse anche usando accumulatori esauriti e inservibili per altri scopi, si potrebbe ottenere lo stesso; ma lasciando ai fabbricanti il quesito di ottenere nel miglior modo queste batterie, che devono funzionare piuttosto come voltametri regolatori, anzichè come serbatoi d'energia, è certo che il loro costo sarebbe sempre poco rilevante, al pari delle spese di manutenzione e deprezzamento.

In mancanza di dati precisi possiamo dunque limitarci ad affermare che in generale l'uso delle batterie regolatrici delle fluttuazioni sarebbe accompagnato da economia nel capitale d'impianto, oltre che nelle spese d'esercizio; economia che potrebbe essere più o meno notevole secondo le circostanze particolari di ogni singolo caso.

14. — Si sa che una batteria qualunque è caratterizzata da due fattori: la sua *capacità* in energia, cioè la quantità di kilowatt-ore che può tenere accumulata; e la sua *potenza di scarica*, ossia il numero massimo di kilowatt che se ne possono in un momento qualsiasi ricavare senza pregiudicarla. Il rapporto fra le due dà la durata minima teorica della scarica (1); è quindi chiaro che, decrescendo questa, decresce il prezzo dell'accumulatore a parità di potenza, perchè decresce la capacità.

Per livellare le fluttuazioni non occorre che una durata di scarica insignificante; quindi le batterie usate a tale scopo potrebbero aversi, come fu detto, a un prezzo basso, purchè appositamente costrutte. Gli accumulatori del commercio invece non sono mai di tale natura; quelli a scarica più rapida hanno una durata minima teorica di scarica di almeno 4 ore, e un corrispondente prezzo di 500 lire per kilowatt.

Usando accumulatori di questo genere in una stazione in cui il carico medio sia di 100 Kw, e quello massimo tre volte superiore, avremmo una spesa di 500 (300 - 100) = 100,000 lire per la batteria; siccome poi la potenza nominale richiesta per la dinamo, motrici, caldaie e accessori verrebbe diminuita di quasi 200 Kw, e tutto questo macchinario costa circa 600 lire per cavallo addizionale, avremmo da questo punto di vista un risparmio approssimativo di 140,000 lire; per cui tenendo anche conto del maggior deprezzamento ecc. degli accumulatori, otterremo che nemmeno in questi casi i medesimi porterebbero un aumento del capitale d'impianto; e nel calcolo non abbiamo compreso l'economia relativa alla soppressione dei grandi volani.

Ma siccome la batteria supposta avrebbe la capacità di 4.200 = 800 Kw-ora, sufficiente a fornire per 8 ore l'intera forza motrice richiesta dall'impianto, essa basterebbe a compensare non solo le fluttuazioni ma anche le più forti variazioni primarie del carico che si possano prevedere in condizioni ordinarie; e si potrebbe usarla per alimentare da sola la rete nelle ore della notte o della mattina, e anche, durante la giornata in caso di rottura delle macchine. Onde economia ulteriore nelle spese di esercizio e nel costo del macchinario di riserva; sicurezza assoluta contro ogni interruzione del servizio.

È con queste intenzioni che furono applicate le batterie, tanto a Hirslanden, quanto a Douglas-Laxley.

(1) La durata pratica è alquanto inferiore, per la riduzione di capacità, corrispondente alle scariche più rapide.

15. — In quest' ultimo impianto troviamo che delle batterie si trae partito non solo per livellare le fluttuazioni e la variazione della corrente sulla officina, ma pur anche sui conduttori della corrente; il che è ottenuto disponendo gli accumulatori in una sottostazione lungo la linea.

Teoricamente si capisce come, dato che le batterie servono a regolarizzare le oscillazioni del carico, sia più razionale collocarle là dove queste oscillazioni avvengono più forti e più frequenti, anzichè nella stazione generatrice. In pratica, ci può essere o no convenienza a seguire questo principio, secondo le circostanze dell'impianto; così chè queste dovranno ogni volta suggerire la disposizione più conveniente delle batterie.

Si può dire solo che quanto più il carattere di una linea si avvicina a quello di una ferrovia anzichè di una tramvia, vi sarà convenienza a distribuire gli accumulatori in sottostazioni lungo la linea; specialmente se questa raggiunge una certa lunghezza ed è alimentata a potenziale basso, il risparmio nel costo dei feeder può superare da solo il capitale occorrente per le batterie.

16. — Da questi cenni si puo farsi un' idea delle varie possibili applicazioni delle batterie fisse alla trazione elettrica, e dei molteplici vantaggi che ne possono conseguire; e siccome questi vantaggi appaiono in particolar modo notevoli, e facili a raggiungere, credo aver provato a sufficienza come sia inconsiderato il rinunziare all'uso degli accumulatori, senza averne volta per volta bilanciato accuramente tutti i pro e i contro prevedibili. Per far ciò occorre in ogni singolo caso rendersi conto esatto delle particolari condizioni che si presentano, e fare uno studio completo sull'influenza che possono esercitare.

Da quanto già fu detto, si vede all'incirca come tale studio deve essere condotto; si tratta, in un impianto nuovo, di calcolare il lavoro consumato da una vettura in ogni punto della linea, prevedere il numero delle vetture in servizio in ogni tempo, e la loro possibile posizione nella linea, e costrurre il conseguente diagramma di carico sull'officina centrale. Si può calcolare in allora la batteria occorrente per compensare sia le fluttuazioni sole, sia anche le variazioni primarie del carico, o magari per sostenere da sola l'intero carico durante un certo tempo, e contrapporre al prezzo di questa le economie che ne conseguono nelle spese d'impianto e d'esercizio, tenendo conto dei vantaggi d'altro genere prevedibili. Se la natura dell'impianto lo consiglia, si può fare un calcolo analogo in base ai diagrammi di carico sui feeder, e così giudicare l'utilità delle sottostazioni.

Sono questi calcoli pieni di difficoltà intrinseche e di incertezze provenienti da mancanza di dati, e specialmente è molto delicato l'istituire un confronto fra vantaggi di diverso genere la cui entità non si può sempre ridurre in cifre; e si tratta qui di giudizi in cui diversi apprezzamenti personali possono condurre a risultati di gran lunga diversi; e solamente il valido aiuto di quel retto criterio che è il primo requisito di un ingegnere permetterà in ogni caso di arrivare a conclusioni che non devano poi essere smentite dalla pratica.

17. — Dovrei qui aggiungere una lista dei dati che occorre prendere come base per i calcoli relativi all'uso degli accumulatori negli impianti di trazione; ma siccome i principali di questi dati ho già avuto incidentalmente occasione di riportarli, e quanto agli altri nulla avrei di nuovo da dire, che non si trovi negli usuali trattati sulla trazione elettrica o nell'uso degli accumulatori, preferisco astenermi dal far ciò, specialmente vista l'incertezza che regna ancora sulla maggior parte di questi argomenti.

Per la stessa ragione non mi fermo punto a discutere i particolari d' installazione delle batterie, la scelta del tipo d'accumulatori, la disposizione degli apparecchi accessorii e simili; aspettando che gli impianti di batterie fisse nella trazione siano diffusi abbastanza perchè dalla pratica si possano togliere i migliori insegnamenti in proposito. Ma non posso dispensarmi dal richiamare l'attenzione su una particolarità che altrimenti potrebbe andare inavvertita.

Quando si accoppia in parallelo una batteria con una dinamo compound a potenziale costante, il carico si ripartisce fra le due secondo una legge ignota; e se si vuole che la batteria prenda sopra di sè le fluttuazioni del carico, occorre una dinamo di tal natura che la sua f. e. m. invece di mantenersi costante, decresca in modo sensibile col crescere della corrente. È quindi necessario in questi accoppiamenti sopprimere l'eccitazione in compound della dinamo (che può essere fonte di inconvenienti per altra causa) e regolare quella in derivazione in modo tale che la f. e. m. della dinamo equilibri quella normale della batteria solo allorquando la dinamo fornisce la corrente media richiesta dall' impianto; d'allora in poi finchè questa non varia, la batteria si mantiene automaticamente in uno stato medio permanente di carica, livellando la corrente sulla dinamo.

La trascuranza di questa precauzione potrebbe portare a delusioni spiacevoli, di cui si attribuirebbe senza motivo la colpa alla insufficienza della batteria d'accumulatori.

G. Giorgi.

IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE ELETTRICA

AD AREZZO.

Già da molti anni era sentita ad Arezzo la necessità di riordinare il sistema attuale d'illuminazione a petrolio o di cambiarlo con un altro che meglio corrispondesse ai progrediti bisogni del pubblico.

Da uno studio preliminare nel riordinameuto dell' illuminazione esistente, rimase dimostrato che per ciò raggiungere, si sarebbe dovuto portare a L. 25 mila il canone annuo di L. 20 mila, che ora paga il Comune col petrolio.

Osservato però che con una spesa di poco superiore alla quota prevista in L. 25 mila si sarebbe potuto ottenere l'illuminazione elettrica, dopo avere aperto un concorso al quale presero parte diverse Ditte industriali, fu affidata l' esecuzione e l'esercizio dell'impianto elettrico alla ditta Reinacher & Ott, mediante una corrisposta annua di L. 27 mila per il tempo di 30 anni.

L'illuminazione della città verrà in tal modo non solo riordinata, ma grandemente migliorata.

Invece dei 200 fanali a petrolio, si troveranno installate 342 lampade ad incandescenza da 10 candele e 30 lampade ad arco di 9 ampere ciascuna.

Delle 342 lampade ad incandescenza, 216 funzioneranno montate su bracci indipendenti fra loro, 84 saranno messe a due per ogni braccio su circuiti elettrici distinti, in modo di poterne spengere metà alla mezzanotte.

Le trenta lampade ad arco sono distribuite in sei circuiti di cinque lampade ciascuno e stanno accese fino alla mezzanotte. Quand'esse si spengono si accendono in loro sostituzione le rimanenti 42 lampadine ad incadescenza che sono installate.

La rete di distribuzione è calcolata in modo che, qualunque sia il carico, la differenza di potenziale fra due qualunque lampadine dell' impianto non deve oscillare dell' uno e mezzo per cento in più o in meno di un potenziale fissato in 127 volt.

Per ottenere una tensione costante in tutti i punti della rete, i diversi circuiti che costituiscono tanti centri d'illuminazione sono riuniti mercè un circuito di compensazione.

Il sistema di distribuzione è a tre conduttori. In officina si ha un potenziale massimo di 134 volt $\times$ 2.

Si ha ragione di credere che la luce elettrica si troverà ugualmente distribuita e che le lampadine abbiano intensità luminose uguali e costanti.

Spiegato in qual modo è stata studiata la rete di distribuzione in città, possiamo descrivere in poche parole l'officina elettrica.

Per l'officina è stato costruito un fabbricato apposito che comprende principalmente due grandi sale: una destinata alle caldaie, l'altra alle motrici a vapore ed alle dinamo, agli apparecchi di misura e di regolaggio.

Le dinamo sono tre, ciascuna della potenza di 42000 watt con 185 volt alla velocità di 475 giri al minuto. Una dinamo è di riserva. Esse escono dalla fabbrica Siemens & Halske, come pure della stessa fabbrica sono tutti i rimanenti apparecchi elettrici, come interruttori, istrumenti di misura, commutatori e reostati.

Il macchinario a vapore è fornito dalla ditta E. G. Neville e C. di Venezia, e comprende due caldaie tubolari Steinmüller, di 66 mq. di superficie riscaldata e colla pressione di 10 atmosfere.

Le dette caldaie saranno capaci di bruciare la lignite delle miniere di San Giovanni in Valdarno, prossime ad Arezzo.

La motrice è una Woolf tandem a valvole con condensazione, della potenza di 150 cav. eff. con 80 giri al minuto.

Tanto le dinamo quanto il macchinario a vapore dovrà essere entro 10 anni raddoppiato dall'epoca dell'accensione, affine di tener sempre l'officina in prospere condizioni.

Come si può desumere da quanto abbiamo spiegato, l'impianto di Arezzo non è uno di quelli che dal punto di vista scientifico presenti l' applicazione di nuovi principi. È invece la pratica attuazione di cose molto note, ma che sapute bene applicare dànno buoni risultati sia tecnici che economici.

Quando non si abbia una forza idraulica lontana da utilizzare, e l'estensione del perimetro da illuminare non sia grandissimo, si può sempre giovarsi opportunamente del sistema a tre fili, senza ricorrere a sistemi o troppo complessi o troppo pericolosi. La difficoltà principale sta nello studiare bene l'impianto, come ad Arezzo, del resto, pare si sia fatto.

A. B.

SULLA DIPENDENZA DELLA CONDUTTIVITÀ ELETTRICA
DEGLI ETERI COMPOSTI DALLA TEMPERATURA

STUDIO DI **A. BARTOLI**

In una serie di Memorie (1) che il Bartoli pubblicò tra il 1884 ed il 1893, egli giunse ad una quantità di risultati, che enumeriamo, affine di porre in succinto sotto

(1) Le Memorie del prof. Bartoli su tale argomento, si trovano pubblicate tra le annate 1884-93 nei rendiconti dell'Accademia dei Lincei, negli Atti dell'Accademia *Gioenia* di Catania, nella *Gazzetta Chimica* e nel *Nuovo Cimento*.

l'occhio dei lettori tutta l'opera laboriosa di questo illustre scienziato, in questo ramo della fisica.

I risultati sono dunque i seguenti:

« 1° I composti organici allo stato solido ed a sufficiente distanza dal punto di solidificazione non conducono.

« 2° Gli idrocarburi e la maggior parte dei loro derivati, per sostituzione del cloro e del bromo all'idrogeno e così pure i composti organo-metallici non conducono allo stato liquido.

« 3° Presentano una certa conducibilità allo stato liquido, gli acidi, gli alcoli, i chetoni, le aldeidi, i fenoli, le ammine ed in generale le basi organiche tutte, i cloruri, i bromuri ed joduri dei radicali acidi, i rodonati, e gli isosolfocianati dei radicali alcoolici, i nitrili, ecc.

« 4° Nelle serie omologhe così negli acidi come negli alcoli, la conducibilità va crescendo a misura che cresce la complessità della formula del composto.

« 5° In generale la conducibilità elettrica dei liquidi puri va crescendo al crescere della loro temperatura.

« 6° Le soluzioni di una sostanza, che conduca allo stato liquido, in un liquido coibente, sono conduttrici, mentre sono isolanti i mescugli di due sostanze che allo stato liquido sono pure isolanti.

« 7° Molti mescugli di sostanze organiche quali per es. quelli di naftalina e di fenolo; di naftalina e di nitronaftalina, ecc., acquistano nel solidificare una conducibilità molto maggiore di quella che avevano precedentemente allo stato liquido, e mantengono questa conducibilità, anche dopo un abbassamento considerevole di temperatura, perdendola poi con un ulteriore raffreddamento.

« 8° Molte soluzioni diluite di liquidi conduttori, segnatamente di alcoli della serie grassa, negli idrocarburi ed in altri liquidi coibenti presentano una conducibilità decrescente col crescere della temperatura, cioè si comportano contrariamente alla maggior parte dei composti puri del carbonio e delle loro soluzioni ».

In una nuova Memoria (1), l'autore riferisce i resultati cui è giunto nello studio della conducibilità elettrica degli eteri composti e delle soluzioni ottenute impiegandoli come solventi.

Gli eteri composti provenivano principalmente dalla fabbrica Kahlbaum di Berlino: prima di adoperarli furono distillati più volte, raccogliendo il prodotto che passava alla temperatura indicata dai più accurati preparatori.

Il metodo impiegato in queste misure di conducibilità è quello stesso descritto dall'autore nelle precedenti memorie.

L'autore ha studiato la conducibilità, fra la temperatura ordinaria e quella di ebullizione dei seguenti eteri:

Metil formiato, Metil acetato, Metil propionato, Metil butirrato, Metil valerato, Metil ossalato, Metil benzoato; Etil formiato, Etil acetato, Etil propionato, Etil butirrato, Etil isobutirrato, Etil valerato, Etil carbonato, Etil clorocarbonato, Etil monocloracetato, Etil dicloracetato, Etil tricloracetato, Etil ossalato, Etil malonato, Etil succinato, Etil benzoato, Etil cinnamato, Etil nitrato; Propil formiato, Propil acetato, Propil propionato, Propil butirrato, Propil valerato; Isobutil formiato, Isobutil acetato, Isobutil butirrato, Isobutil benzoato, Isobutil nitrato; Amil formiato, Amil acetato, Amil propionato, Amil valerato, Amil benzoato, Amil nitrato; Triacetina, Tristearina.

Soluzioni di alcoli e di acidi negli eteri precedenti. — Se si prende dell'Etil acetato, che ha una conducibilità crescente colla temperatura cioè: 500 a + 19°, 620 a + 34°, 740 a + 43°, 1300 a + 64°, 1450 a + 75°; e vi si aggiunge dal 2 al 20 per 100 di alcole etilico, queste soluzioni hanno una conducibilità *decrescente col crescere della temperatura* (fenomeno già trovato dall'autore nel 1886 (2). Invece le soluzioni, ottenute coll'aggiunta dell'1 al 20 per 100 di un acido della serie grassa, mantengono una conducibilirà crescente colla temperatura.

Al modo stesso dell'Etil acetato si comportano gli altri eteri composti; cioè il Metil valerato, l'Etil butirrato, il Propil butirrato, il Propil valerato, l'Isobutil valerato, l'Isobutil Isobutirrato, l'Isobutil butirrato, l'Amil valerato, l'Amil butirrato, l'Etil benzoato, ecc. i quali addizionati coll'1 al 20 per 100 di uno dei seguenti acidi: formico,

(1) A. Bartoli. Lettura fatta all'Istituto Lombardo nell'adunanza del 14 giugno 1894.

(2) Bartoli, *Sulla conducibilità a diverse temperature delle soluzioni degli alcoli* $C_n H_{2n} + 2O$; *Nuovo Cimento* e *Gazzetta Chimica,* 1886.

acetico, butirrico, propionico, oppure di acetone, anidrideacetica, di paraldeide, di fenolo, di anilina, ecc., hanno in tutti i casi mantenuta la conducibilità crescente al crescere della temperatura: mentre se furono addizionati coll' 1 al 15 per 100 di uno dei seguenti alcoli: metilico, etilico, propilico, isobutilico, amilico, allilico, presentano sempre una conducibilità *decrescente al crescere della temperatura*; così per e. aggiungendo il 10 per 100 di alcool propilico al Metil valerato, ottenne le seguenti conducibilità:

18200 a + 21°, 17500 a + 37°, 15000 a + 70°, 12900 a + 97°

ed aggiungendo il 10 per 100 di alcole isobutilico all'isobutil-isobutirrato, ottenne le seguenti conducibilità:

4000 a + 21°, 3800 a + 33, 3500 a + 50°, 3100 a + 73° 2800 a 90°,
2600 a + 111°, 2200 a + 117°.

Confronto della conducibilità delle serie omologhe di eteri composti. — Nella tavola seguente sono trascritte le conducibilità, misurate alla temperatura ordinaria (circa da + 15° a + 20°) degli eteri delle seguenti serie omologhe:

	FORMIATO	ACETATO	PROPIONATO	BUTIRRATO	VALERATO
Metil	45000	5200	5100	2000	1000
Etil	38000	500	1200	200	215
Propil	18000	4400	800	175	38
Isobutil	17000	3920	...	34	16
Amil	6800	1100	116	17	1

Come si vede in ciascheduna serie orizzontale e verticale la conducibilità *va decrescendo col crescere della complessività della formola.*

Analogo resultato dà la serie dei benzoati, che alla temperatura ordinaria hanno le seguenti conducibilità:

Metil benzoato 7300
Etil benzoato 610
. . . .
Isobutil benzoato 200
Amil benzoato 57

Nella tavola seguente sono scritte le conducibilità delle precedenti serie di eteri, alla temperatura di ebullizione:

	FORMIATO	ACETATO	PROPIONATO	BUTIRRATO	VALERATO
Metil	58000	5800	7100	3190	2110
Etil	48000	1450	2100	1270	620
Propil	24700	6700	1320	680	600
Isobutil	18000	2500	...	400	270
Amil.	7190	2480	650	825	278

Come si vede, anche alla temperatura di ebullizione, le conducibilità degli eteri composti vanno decrescendo col crescere della complessità della formula.

Analogo resultato dà la serie dei benzoati, i quali alla temperatura di ebullizione hanno le seguenti conducibilità:

Metil benzoato	24000
Etil benzoato	2580
. . . .	
Isobutil benzoato	2030
Amil benzoato	2600

Conclusioni. — I resultati a cui è giunto l'Autore in questo lungo e paziente studio delle conducibilità degli eteri possono riassumersi nel seguente modo:

1. Nella serie degli eteri composti derivanti da un dato radicale alcoolico con diversi acidi della serie grassa, le conducibilità alla temperatura ordinaria e così pure alla temperatura di ebullizione vanno decrescendo col crescere della complessità della formula: così per es. i formiati sono più conduttori che non i valerati; anche l'influenza del radicale alcoolico si fa del pari sentire sulla conducibilità, la quale anche in questo caso diminuisce col crescere della complessità della formula; così per es. il metil valerato è sufficientemente conduttore, mentre l'amil valerato è un isolante.

Questo resultato è analogo a quello già trovato dall'Autore per gli alcoli acidi della serie grassa.

2. In generale la conducibilità degli eteri composti va crescendo continuamente al crescere della temperatura; l'accrescimento di conducibilità per un grado di temperatura è più forte per gli eteri che hanno una formula più complessa, che per quelli che hanno una formula più semplice; così per es. è grandissimo per l'amil valerato, per l'amil butirrato, e per l'isobutil valerato e piccolissimo pel metil formiato, pelmetil acetato, per l'etil formiato.

Questo resultato può enunciarsi in altro modo (osservando che nelle serie omologhe, la viscosità va crescendo regolarmente col crescere della complessità della formula) dicendo che nelle serie omologhe degli eteri il coefficiente di accrescimento della conducibilità per la temperatura cresce col crescere della viscosità degli eteri: resultato altre volte dall'Autore ripetutamente enunciato, e confermato da altri sperimentatori.

3. Sopra circa 60 eteri composti, studiati dall'Autore, solo un campione di etil acetato, gli ha dato una conducibilità decrescente col crescere della temperatura, ma un altro campione dello stesso etere, meglio purificato, ha dato una conducibilità regolarmente crescente colla temperatura: anche un campione di isobutil acetato ha pure presentato una conducibilità decrescente al crescere della temperatura.

Tale conducibilità anomala potrebbe spiegarsi colla presenza di una, anche piccolissima, quantità di un alcole qualunque della serie grassa.

4. L'addizione dell'1 al 20 per cento di un alcole qualunque ad un etere composto, fa acquistare alla soluzione una conducibilità *decrescente al crescere* della temperatura: mentre coll'addizione di un senolo, di un chetone, dell'anilina, della paraldeide, di un acido qualsiasi agli stessi eteri, la loro conducibilità continua ad essere crescente al crescere della temperatura.

Dott. P. Pettinelli.

TRASPORTO TRIFASE DI ENERGIA ELETTRICA
A PALAZZOLO SULL' OGLIO.

L'impianto di questo trasporto elettrico, eseguito dalla Casa Alioth e Comp. di Basilea, incominciò sullo scorcio del 1892, poco tempo dopo cioè che all'esposizione di Francoforte le correnti polifasi avevano avuto una dimostrazione industriale. Esso terminò nell'anno passato, poichè, come diremo, il motore elettrico a tre fasi da 50 cavalli incominciò a funzionare il 1° maggio 1893.

Questo trasporto non rappresenta effettivamente quello che oggidì s'intende in generale per un trasporto trifase di energia elettrica, ove *contemporaneamente* viene distribuita *a volontà* e luce e forza; nondimeno pel modo come è combinato, merita che ne sia data una breve descrizione.

La forza idraulica viene presa dall'Oglio (Brescia), ai cosiddetti « Mulini Urini », ampliando un vecchio canale nel comune di Capriolo.

La portata dell'attuale derivazione è, in magra, di 7 m.³, utilizzabili con una caduta di circa m. 3,50.

Attualmente si adoperano solo 4 m.³ circa, sopra una turbina tipo Hänel ad asse verticale, della casa R. Züst di Intra: essa fa 38 giri al massimo, e, per mezzo di una trasmissione ad ingranaggi, fa muovere un albero (che passa dalla stanza della turbina alla sala delle dinamo), sul quale sono calettate due grandi puleggie di quasi 3 m. di diametro, che per mezzo di cinghie comandano le due dinamo.

Tali dinamo, fornite dalla casa Alioth, sono a corrente alternata trifase, di 46 kilowatt ciascuna, con una tensione di circa 3000 volt, ed una intensità di circa 16 ampere: ciascuna di esse alimenta un circuito speciale.

La linea di trasmissione, lunga quasi 6 km., è composta di 6 fili di rame di 4 mm. di diametro, e segue il percorso di una roggia fino a giungere in paese, al fabbricato della « Manifattura Bottoni ». Sotto i fili dei 2 circuiti, vi è la linea telefonica.

Alla Manifattura Bottoni i due circuiti si separano, e l'uno va ad un motore trifase ad alta tensione (2800 volt), che mette in moto tutto il macchinario della fabbrica di bottoni; l'altro va in apposito locale, dove, dopo essersi trasformato per mezzo di un trasformatore di 40 kilowatt, a 230 ampere e 170 volt, entra in una dinamo « transmutatrice ».

Il motore elettrico dà 50 cavalli, ed è un ordinario motore trifase che si mette in moto da sè, e va continuamente e bene, malgrado le variazioni della forza occorrente, che sono, com'è evidente pel genere dell'industria, frequenti ed abbastanza grandi: esso incominciò ad essere utilizzato il 1° maggio 1893.

La dinamo « transmutatrice » è abbastanza interessante.

La casa Alioth si è anche preoccupata della distribuzione di luce, ma invece di eseguire una distribuzione diretta con correnti a tre fasi, si è limitata a trasformare tali correnti in una corrente continua, sacrificando così parte della forza.

In tal modo però abbiamo una dinamo che si muove da sè.

Il tipo di essa è ad indotto mobile a tamburo, con avvolgimento Alioth; ha due collettori, uno per parte — come, per es., il motore bifase Schuckert —: il primo di essi è formato da 3 armille isolate dall'albero e fra loro, che ricevono per mezzo di spazzole le tre correnti, e le trasmettono a tre spire dell'indotto, poste a 120° l'una dall'altra; il secondo è un ordinario collettore che serve a raccogliere la corrente continua da trasmettere alla rete d'illuminazione, la quale però alimenta anche dei motori.

L'illuminazione, sì pubblica che privata, va benissimo, ed è fornita a prezzi bassissimi.

Attualmente si sta studiando l'utilizzazione degli altri 110 cavalli disponibili, per soddisfare le molte ulteriori richieste.

L'impianto primitivo venne fatto per cura dei comproprietari dei mulini Urini, rappresentati dal signor F. Fanti, sotto la direzione dell'ingegnere L. Rossi, di Milano.

ING. G. OREFICI.

MOTORE A GAS POVERO DI 300 CAVALLI.

Una questione che pochi anni indietro era dibattuta solo nel campo delle speculazioni scientifiche, richiama su di sè l'attenzione di quanti nel mondo tecnico amano il progresso industriale. Voglio dire dell'alimentazione di speciali motori per mezzo di gas povero, il quale senza bisogno di un impianto colossale, può esser fabbricato con pochi mezzi dal proprietario stesso del motore o dei motori che con quel gas devono funzionare.

Fino ad ora si costruivano motori a gas povero di potenza massima fino a 100 cavalli meccanici; la costruzione di un motore dai 200 ai

300 cavalli era da considerarsi come una vittoria in questo genere d'industria.

E la vittoria appunto è stata ottenuta dalla casa francese Matter et C., mediante la costruzione di un motore a gas povero di circa 300 cavalli, tipo *Simplex*, applicato in un grande mulino a Pantin, ove funziona da un anno con risultati felici.

Noi non possiamo associarci alle speranze nutrite dai partigiani dei motori a gas povero, i quali pretenderebbero di aver battuto con ciò la immensa superiorità della macchina a vapore; ma non nascondiamo che il problema meriti di essere studiato.

D'ora innanzi terremo informati i lettori delle questioni che si solleveranno intorno a questo argomento; frattanto indichiamo alcuni dati relativi al detto impianto di Pantin.

1° *Produzione del gaz*. — Gli apparecchi gazogeni sono del sistema Buire-Lencauchez, costruiti in modo da poter funzionare sia insieme, sia l'uno dopo l'altro. La casa Matter ha abolito i sacchi in caucciù mercè una combinazione speciale. Con gazogeni di questo sistema è stato possibile di adoperare come combustibili dei carboni magri delle miniere di Anzin, che, al contrario dell'antracite, si trovano ad un prezzo molto basso.

2° *Motore*. — È del tipo *Simplex* modificato; ha un solo cilindro, del quale il diametro interno è di 87 cm., la corsa dello stantuffo di 1 metro e la velocità di 100 giri al minuto.

3° *Consumo*. — Per stabilire il consumo, non potendosi arrestare il lavoro della fabbrica, fu operato nel modo seguente.

Riempiti i gazogeni di carbone, fu notata l'ora, ed i motori incominciarono a lavorare su un lavoro tenuto costante. Si proseguì a lavorare fino ad avere consumato 20,000 chilogrammi di combustibile, ed essendo i gazogeni nelle stesse condizioni in cui fu notata la prima ora, si vide che erano trascorse 194 ore.

Durante questo intervallo di tempo furono presi dei diagrammi per la determinazione della potenza sviluppata dal motore, che risultò di 280 cavalli. Da tali cifre si deduce che il consumo lordo di carbone fu di $\frac{20000}{194 \times 280} = 0{,}368$ kg. per cavallo ora indicato, e di $\frac{20000}{194 \times 220} = 0{,}468$ kg. per cavallo ora al freno.

Il consumo dell'acqua fu di 6100 litri all'ora per il raffreddamento del motore e di circa 3000 litri per il lavaggio pei due gasogeni riuniti.

Quattro stazioni centrali elettriche funzionano con motori Simplex.

I risultati ai quali son giunti i motori a gas povero, sono tali da richiamare l'attenzione degli elettricisti per l'importanza che, ammessa la esattezza delle notizie che sono state riportate, questi motori acquisterebbero per le officine elettriche; e noi invero promettiamo di ritornare sull'argomento.

A. Banti.

RIVISTA SCIENTIFICA ED INDUSTRIALE.

Alcuni esperimenti sulla morte prodotta da correnti alternate *per* E. J. Houston *e* A. E. Kennelly. (*)

Gli A. protestano contro alcune conclusioni del D'Arsonval, e dicono che il caso da lui ricordato, di un uomo richiamato in vita dopo che era stato colpito da una corrente alternata al potenziale di 4500 volt, non ha importanza, se non si tien conto della quantità di corrente passata attraverso il corpo. Ritenendo esatte le indicazioni dell'amperometro, secondo le quali la corrente sarebbe stata di soli 0,75 ampere, la resistenza del corpo sarebbe risultata non minore di 6000 ohm. Ma è differente il caso delle applicazioni di correnti alternate per le *elettrocuzioni*, che si fanno nello Stato di New York, dove la corrente si fa passare attraverso il corpo per un certo tempo deliberatamente allo scopo di uccidere: uno degli elettrodi è applicato sulla testa, l'altro sulla gamba destra, e la resistenza del corpo varia dai 200 ai 300 ohm. La corrente così adoperata ha un'intensità da 5 ad 8 ampere, cioè è da 7 a 10 volte maggiore di quella del caso suddetto.

Gli A. descrivono quindi una serie di esperimenti fatti coll'aiuto di diversi colleghi sopra un certo numero di cani, nel loro laboratorio di Filadelfia; da questi esperimenti essi ricavano le seguenti conclusioni:

4° Il passaggio attraverso il corpo di una corrente alternata sufficientemente forte è seguito da morte istantanea, senza dolore ed assoluta.

2° Quando una elettrocuzione sia stata bene eseguita non vi è possibilità di risuscitare un giustiziato.

3° Nel caso di contatti accidentali, quando non sia passata una corrente troppo forte, è molto probabile che la morte sia soltanto apparente e che si possa applicare il metodo di respirazione artificiale indicato dal D'Arsonval.

I. B.

(*) American Electro-Therapeutic Association, September 25, 1894.

★

I globi olofani, *per* G. CLAUDE (*).

Così chiamati dagli inventori Blondel e Psaroudaky, i globi olofani sono uniformemente illuminati in tutta la loro superficie, e servono perciò ad una migliore utilizzazione della luce delle lampade ad arco; con i soliti globi opachi, secondo le esperienze di Wedding, di Hefner-Alteneck e di altri, si ha una perdita di luce che arriva al 40 e al 60 per cento, senza tener conto di quella parte di luce che viene diffusa in alto, la quale per le illuminazioni stradali va quasi tolalmente perduta.

Il principio su cui si fonda la costruzione dei globi olofani è quello stesso applicato da Fresnel alle grosse lenti dei fari, con la differenza che mentre nei fari si trae partito della rifrazione e della riflessione per concentrare in un'unica direzione tutti i raggi emessi da una data sorgente luminosa, nei globi olofani si utilizzano gli stessi fenomeni per ripartire in tutte le direzioni i fasci di luce che arrivano ai singoli punti del globo, sostituendo così alla sorgente abbagliante dell'arco una sorgente di superficie molto più grande ed uniformemente illuminata. (È lo stesso principio applicato nello scorso anno dal Frédureau. — V. *L'Elettricista*, 1893, pag. 80).

I globi olofani sono costituiti da cristallo trasparentissimo e sono scanalati sulle due faccie; le scanalature interne sono verticali, seguono cioè i meridiani del globo, e servono a diffondere la luce orizzontalmente; le scanalature esterne sono orizzontali, seguono cioè i paralleli, e diffondono i fasci luminosi nel senso verticale. Essendo così indipendenti le due serie di scanalature, il calcolo del loro profilo resta molto semplificato, ed anche la loro costruzione non presenta difficoltà di sorta, potendosi ottenere dei mezzi globi con una sola operazione, comprimendo il cristallo fra due superficie che portino in rilievo le scanalature stesse.

Se scanalature interne sono tutte uguali fra loro perchè il loro scopo è di diffondere uniformemente la luce intorno al globo nel senso orizzontale; hanno un profilo concavo che permette ai raggi riflessi di uscire direttamente dal globo. Anche le scanalature esterne sono tutte uguali fra loro quando si desidera avere una luce diffusa in tutti i sensi, come nel caso di un ambiente chiuso; ma per l'illuminazione stradale queste scanalature hanno un profilo diverso sui vari paralleli del globo, calcolato in modo che i raggi vengano diffusi uniformemente sopra una superficie a 15° al disotto dell'orizzonte dell'arco fino al piede della lampada.

Gli esperimenti fatti al Laboratorio Centrale di elettricità di Parigi dimostrano che mentre coi globi ordinari si ha un cono d'ombra al piede dell'arco, seguito da un cerchio di massima intensità luminosa, coi globi olofani si ha una illuminazione uniforme entro un raggio di tre volte l'altezza dell'arco, cioè di m. 23 per un candelabro ordinario di metri 7.50 di altezza. L'assorbimento di luce per parte dei globi olofani è stata trovata del 9 al 13 per cento, ossia è del medesimo ordine di grandezza dell'assorbimento dei globi non smerigliati, cosicchè la diffusione e la ripartizione sono ottenute quasi senza perdita.

Dodici di questi globi sono presentemente in servizio a Parigi; gli esperimenti fatti su di essi dalla Società Edison accuserebbero un aumento d'illuminazione che raggiunge il 50 e il 60 per cento. Inoltre una piccola iridescenza prodotta dalle scanalature concorre a dare un tono simpatico e brillante a questo genere d'illuminazione.

I. B.

(*) *L'Industrie Electrique*, 10 ottobre 1894.

★

Navigazione elettrica.

L'*Electrical Engineer* del 7 settembre riporta alcuni dati interessanti sulla lancia elettrica *Aphrodite*, attualmente impiegatasul Tamigi per seguire l'andamento delle regate.

La lancia, capace di undici persone è lunga 11 m., larga 1.85, ha un puntale di 70 cm. e pesca 35 cm., ha le ossature di quercia, i finimenti di teak verniciato, e i sedili di mogano, tutte le parti metalliche sono in bronzo, compreso il propulsore elicoidale, che ha la velocità di 650 giri al minuto.

Nel centro dell'imbarcazione è situato il commutatore per la variazione di velocità, e la ruota di comando del timone, cosicchè una sola persona basta per la manovra; notevole è la disposizione particolare del timone, che permette alla lancia di virare di bordo nella sua lunghezza

La forza motrice è fornita da un motore elettrico Manchester, collegato direttamente all'albero del propulsore. Si osserverà che la velocità di questo motore viene ed essere considerevolmente più piccola di quella usuale in casi analoghi, e quindi il peso del motore risulta più forte; ma si è trovato che ciò in questo caso non portava gran danno, e si è invece apprezzato molto il vantaggio guadagnato nell'assenza di vibrazioni, e nella minore sorveglianza richiesta.

Questo motore è alimentato da una batteria di accumulatori a cloruri, collocati sotto i sedili dei passeggieri. È stato preferito questo tipo di accumulatori perchè a parità di peso può immagazzinare un lavoro maggiore e perchè è suscettibile di sostenere una rapidità di scarica molto notevole in confronto a quella permessa dagli accumulatori a elettrodi di piombo.

Il buon funzionamento della lancia è stato comprovato da numerose esperienze. Essa può per-

correre, senza essere ricaricata, e senza danno delle batterie:

14 km. l'ora per 3 ore, cioè 42 km. in tutto

oppure:

11	km. l'ora per	6	ore, cioè	66	km. in	tutto
9	» »	23	»	207	»	»
8	» »	28	»	224	»	»

La carica si eseguisce in una stazione impiantata dalla casa Mather Platt sulle sponde del Tamigi, e che può caricare in 7 ore le lancie elettriche più grandi.

Nella rivista da cui raccogliamo queste informazioni mancano ulteriori dati, che pur sarebbero molto importanti, specialmente riguardo al peso delle batterie e della lancia, la forza motrice usata, ecc. Ad ogni modo da quelli riferiti si possono trarre già conseguenze di gran peso; fra le altre questa, che gli accumulatori a cloruro di zinco sono ormai entrati nel campo *pratico*, e che la loro adozione permette di risolvere molti problemi, che con l'uso degli accumulatori ordinari sarebbero insolubili. L'aver ottenuto una imbarcazione che, senza un macchinario eccessivamente pesante (come è denotato dalla piccola immersione), può percorrere, in funzionamento normale, quasi 250 km. (cioè traversare due volte l'Adriatico), senza essere ricaricata, e che, nonostante la sua lunghezza esigua, arriva sino alla velocità di 8 nodi, è certamente un risultato molto notevole, se si confronta con tutti gli altri, poco incoraggianti, finora ottenuti nella navigazione elettrica.

Crediamo quindi importante richiamare su questo fatto l'attenzione dei nostri lettori, perchè può segnare l'apertura di un nuovo campo di applicazioni dell'elettricità.

G. G.

CRONACA E VARIETÀ.

La luce elettrica ad Omegna. — È stato recentemente inaugurato l'impianto elettrico per la illuminazione di Omegna (Novara). L'impianto è stato fatto dalla ditta Vogini e C.; le macchine della stazione generatrice sono state fornite dalle officine di Savigliano, e la turbina ad asse verticale dalla ditta A. Riva di Milano.

La trazione elettrica a Milano. — Il giorno 2 dello scorso novembre compiva un anno da che fu inaugurata la tramvia elettrica a conduttore aereo, sistema Thomson-Houston, messa in esperimento lungo una delle vie più frequentate di Milano, da Piazza del Duomo al Viale Sempione.

L'esperimento non poteva riuscire migliore. La eleganza dell'impianto, sia nella linea aerea, sia nel materiale mobile, ha dissipato i timori di quanti credevano che una tramvia elettrica a conduttore non sotterraneo avrebbe deturpato l'estetica dei palazzi monumentali posti lungo il percorso; ma la bontà e la sicurezza del servizio hanno sorpassato ogni aspettativa. Infatti, non si è mai avuto a lamentare il minimo inconveniente, benchè nel passaggio da Piazza del Duomo a Via dei Mercanti la linea attraversi uno dei centri più intricati di viabilità che si possa immaginare; quest'inverno, quando in seguito a forti nevicate il servizio degli omnibus e delle tramvie a cavalli era sospeso, la tramvia elettrica ha continuato sempre a funzionare; infine il servizio fatto per le Esposizioni Riunite, dove il concorso dei visitatori in questi ultimi mesi è stato enorme, ha dimostrato che si può fare sicuro assegnamento sulle tramvie elettriche quando quelle a cavalli sarebbero certamente riuscite insufficienti.

Per tutte queste ragioni il municipio di Milano ha prolungato di altri sei mesi la concessione alla Società Edison per l'esperimento di dette tramvie, e sappiamo che ora sono state riprese le trattative fra la stessa Società e quella Anonima degli Omnibus per applicare la trazione elettrica a tutte le altre linee della città. Nel caso si venga ad un accordo, la Società Edison trasporterebbe a Milano la forza di 22 mila cavalli che essa possiede a Paderno sull'Adda.

Intanto la Società degli Omnibus sta impiantando un'officina elettrica nel nuovo deposito di vetture presso il Cimitero Monumentale per applicare la trazione elettrica a due delle sue linee che partono dal deposito stesso, e vanno l'una a Musocco, con un percorso di 4850 metri, la quale servirà anche per il trasporto dei defunti dal Cimitero Monumentale a quel cimitero succursale, l'altra ad Affori ed ha una lunghezza di 5350 metri. Il sistema adottato è il Thomson-Houston; il servizio verrà fatto su ciascuna linea da sei vetture aventi un solo motore da 25 cavalli; l'officina comprenderà due macchine a vapore sistema Corliss, costruite dal Tosi di Legnano, di 150 cavalli effettivi e di due dinamo da 100 chilowatt. L'inaugurazione delle due linee sarà fatta il 1° gennaio 1895.

Esposizione internazionale d'elettricità a Bordeaux nel 1895. — Il 1° maggio del prossimo anno verrà aperta in Bordeaux una esposizione generale d'Agricoltura, Industria e Belle Arti, la quale sarà internazionale per l'Elettricità. L'esposizione avrà la durata di sei mesi; le domande di ammissione devono essere indirizzate, entro il 31 dicembre 1894, *Au secrétariat général de la Société Philomatique*, 2 cours du XXX Juillet *à Bordeaux*.

Premiati all' esposizione di Lione. — I premiati sono quasi tutti francesi; fra gli stranieri ottennero il *diploma di gran premio* l'officina di Oerlikon, la Società delle industrie elettriche di Ginevra (Compagnia italiana Thury), e la Casa Schuckert e C. di Nuremberg, le quali ottennero la stessa onorificenza, anche all'esposizione internazionale di Anversa.

Se si tien conto che sul mercato francese l'introduzione dei prodotti tedeschi incontra grandissima

difficoltà oggi ancora, il gran premio ottenuto a Lione dalla casa Schuckert rappresenta un vero successo della fabbrica.

La voce femminile nel telefono. — È constatato che mentre le note alte della voce femminile si prestano molto bene per la trasmissione a brevi distanze cogli apparecchi telefonici, nuocciono invece quando si tratti di linee molto lunghe.

Trazione elettrica in Havre. — Il 25 settembre scorso fu inaugurato in Havre il servizio generale delle tramvie elettriche col sistema Thomson-Houston.

La trazione elettrica agli Stati Uniti. — Lo sviluppo della trazione elettrica agli Stati Uniti è sempre più considerevole.

Dal 1884 in cui fu posta in esercizio una sola linea a titolo di prova, si contano adesso 6000 Km. di strade esercitate con l'elettricità sulle quali camminano 7000 vetture automotrici e 4000 rimorchiate.

Il sistema di trasmissione più usato è quello a conduttori aerei con trolley, e la velocità media di queste tramvie elettriche è di 24 Km. all'ora.

Agli Stati Uniti si mira a sostituire definitivamente nell'interno delle città e nei sobborghi la trazione elettrica a quella a cavalli, mentre in Europa, l'Inghilterra compresa, non si contano che 43 linee di tramvie o ferrovie elettriche con uno sviluppo totale di appena 305 chilometri.

Tramvia ad accumulatori. — Fra l'Aia e Scheveningen esiste una linea di tramvia funzionante con accumulatori. La lunghezza complessiva di questa linea è di 10 chilometri ed il suo profilo longitudinale presenta delle frequenti accidentalità. Si hanno pendenze di 25 mm. per metro su curve di 20 m. di raggio e curve di 45 m. in pendenza di 18 mm.

Le vetture della lunghezza totale di m. 9.50 contengono 50 passeggieri.

Il motore pesante circa 950 Kg. può sviluppare da 20 a 25 cavalli utili sulle rotaie, ed il suo movimento è trasmesso a velocità convenientemente ridotta a uno dei due assi della vettura; due bielle trasmettono il movimento all'altro asse. La vettura caricata pesa 16 tonnellate e cammina a 18 chilometri all'ora in città, salendo fino a 30 Km. nel tratto suburbano.

Le batterie d'accumulatori pesano 4000 Kg. e vengono caricate ogni cinque ore di servizio continuo.

Freno elettrico. — La *Saint-Louis electric Brake C°* ha costrutto per le vetture della *Suburban Railroad* di Saint-Louis, un freno elettrico che funziona da parecchi mesi nel modo più soddisfacente. Esso consta di un solenoide, formato da un rocchetto in filo di rame, nell'interno del quale possono muoversi nel senso longitudinale due pezzi di ferro dolce connessi alle aste di manovra dei freni. Allorchè si lancia la corrente nella bobina i due pezzi di ferro sono attivati uno verso l'altro ed i freni vengono serrati.

Il gaz e la luce elettrica a Parigi. — A Parigi si contano attualmente 53000 fanali a gaz e 2,000,000 di becchi per i privati, per i quali si consumano totalmente 263,000,000 di metri cubi di gaz. Per l'illuminazione elettrica si adopra una potenza di 30,000 cavalli vapore per tenere attive 461 lampade ad arco per le vie e 9000 ad arco e 280,000 ad incandescenza per i privati. Quando si pensi che i sistemi d'illuminazione elettrica sono recentissimi, non si può non rimanere sorpresi dell'immenso sviluppo che la luce elettrica va man mano prendendo.

Luce elettrica a Weiz. — Weiz, paese di di appena 2000 abitanti, presso Gratz (Austria), possiede un impianto di distribuzione d'energia elettrica che permette ai privati di servirsi della luce elettrica al prezzo di L. 1.80 al mese per ogni lampada da 16 candele funzionante in continuazione.

La forza motrice è tolta da una caduta d'acqua, dell'altezza di m. 17.5 e della portata di 700 litri al secondo, che mette in azione due turbine di 120 cavalli.

Concorso per vetture automobili. — Si è aperta in Parigi una sottoscrizione per bandire un concorso fra vetture con motore elettrico, a vapore, a petrolio, ecc., esclusa qualsiasi forza animale, per una prova di velocità e di resistenza lungo un percorso di 1000 a 1200 chilometri. Al primo premio non potranno concorrere che le vetture da quattro e più posti; le vetture ad accumulatori potranno cambiarli lungo il percorso ad intervalli non inferiori a 100 chilometri. Il concorso avrà luogo nel maggio 1895.

A proposito delle « elettrocuzioni ». — La questione se un giustiziato per mezzo della elettricità possa sopravvivere dà luogo ad un gran numero di discussioni in America, e poichè le opinioni in proposito sono molto diverse, secondo un telegramma dell'*Agenzia Dalziel*, il governatore dello stato di New-York, Hon. Roswell P. Flower, permetterebbe che si facciano degli esperimenti per chiarire tale questione, sopra un condannato a morte, certo Wilson, che sarà giustiziato con la corrente elettrica nel prossimo mese. Se i tentativi per richiamarlo in vita riusciranno, il Wilson sarà *graziato*.

Il modo come viene applicata la corrente al condannato, e gli esperimenti recenti di Houston e Kennelly, di cui parliamo in altra parte del Giornale, non lasciano alcun dubbio sulla possibilità di richiamare in vita un giustiziato; per quanto la notizia data dall'*Agenzia Dalziel* sembri ripugnante e sollevi una generale protesta d'indignazione, l'esperimento che verrà fatto sul corpo di Wilson trova il suo riscontro nei molti esperimenti eseguiti su altri giustiziati, a scopo puramente scientifico, e servirà a confermare che fra i diversi sistemi imaginati per dare la morte, quello per mezzo dell'elettricità è sempre uno dei più sicuri e il meno ripugnante.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE IN DONO.

GIAZZI dott. FERDINANDO: *Intorno all'uso degli elettrometri ad ago che riceve la carica da un filo pescante in un liquido - Fibra normale di seta - Guaina dell'ago - Crogiuolo protettore.* — Perugia, 1894.

EBERT H.: *Ueber langandauernde electrische Schwingungen und ihre Wirkungen* - J. A. Barth Ver. — Leipzig, 1894.

Dott. A. BANTI, *Direttore responsabile.*

// L' ELETTRICISTA

RIVISTA MENSILE DI ELETTROTECNICA

ANNO III

Direzione ed Amministrazione: Via Panisperna, 193 - Roma

QUESTO periodico che si pubblica in Roma è l'organo del movimento scientifico ed industriale nel campo dell' Elettricità in Italia. — **L' Elettricista,** disponendo della collaborazione di valenti professori ed industriali, tratta le quistioni più importanti che si riferiscono alla telegrafia, alla telefonia, alla illuminazione e trazione elettrica ed al trasporto di forza a distanza. — Gl'ingegneri, gl'industriali, gli studiosi in genere, che si occupano di applicazioni e di ricerche in questa scienza, alla quale in Italia è riserbato uno splendido avvenire, trovano in questo periodico discusse le quistioni elettriche della più grande attualità.

L'Amministrazione di questa Rivista ha poi uno speciale Ufficio di annunzi, per dare pubblicità ai prodotti delle Fabbriche italiane ed estere.

L'associazione è obbligatoria per un anno ed ha principio sempre col 1° gennaio. — L'abbonamento tende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto dall'abbonato entro ottobre.

PREZZO DI ABBONAMENTO:

In ITALIA, per un anno L. 10 — All' ESTERO, per un anno L. 12 (in oro.)

PREZZO DELLE INSERZIONI:

		pagina	*1/2 pag.*	*1/4 pag.*	*1/8 pag.*
Per un trimestre	L.	120	65	35	20
Id. semestre	»	200	120	65	35
Id. anno	»	350	200	110	60

IL MIGLIORE MEZZO PER ABBONARSI: Inviare cartolina-vaglia all'Amministrazione dell' *Elettricista*, Via Panisperna, 193.